環境技術実証事業

自然地域トイレ技術分野

自然地域トイレし尿処理技術
実証試験結果報告書

２０１１年３月

実　　証　　機　　関：財団法人　日本環境整備教育センター

環 境 技 術 開 発 者：アイテックシステム株式会社

技 術・製 品 の 名 称：バイオチップを用いたし尿処理技術

バイオチップトイレ（バイオチップ補充方式）

目　次

１．趣旨と目的 1
２．実証試験の概要 1
３．実証試験実施場所 2
　3-1　実施場所の概要 2
　3-2　実施場所の諸条件 3
４．実証装置の概要 5
　4-1　実証技術の特徴と処理フロー 5
　4-2　実証装置の仕様 9
　4-3　実証装置の設置・建設方法 11
　4-4　実証装置の運転・維持管理方法 11
　4-5　実証装置の条件設定 11
５．実証試験方法 12
　5-1　実証試験の実施体制 12
　5-2　役割分担 13
　5-3　実証試験期間 16
　5-4　実証試験項目 16
６．実証試験結果及び考察 27
　6-1　稼動条件・状況 27
　6-2　維持管理性能 33
　6-3　室内環境 35
　6-4　周辺環境への影響 38
　6-5　処理性能 39
　6-6　試験結果の全体的まとめ 52
７．本装置導入に向けた留意点 54
　7-1　設置条件に関する留意点 54
　7-2　設計、運転・維持管理に関する留意点 54
８．課題と期待 55

１．趣旨と目的

「環境技術実証モデル事業（現　環境技術実証事業)」は、2003 年度（平成 15 年度）より環境省の新規事業として始まった。本実証試験は、自然地域トイレし尿処理技術のうち、既に実用化段階にある先進的な技術について、その環境保全効果を第三者が客観的に実証し、情報公開する事業である。ここでは、自然地域トイレし尿処理技術の実証手法・体制の確立を図るとともに、山岳地等の自然地域の環境に資する適正なトイレし尿処理技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促すことを目的とする。

本技術のように、水を必要とせず、周辺に放流しない非放流タイプの技術は、山岳、山麓地域に限らず、海岸や離島、湖沼等のインフラが整備されていない自然環境地域を中心に普及していくことが期待される。本実証試験の結果を広く情報公開することで、これら技術の普及及び適正な維持管理の徹底につながることが期待される。

２．実証試験の概要

実証試験の概要を表 2-1 に示す。

表 2-1　実証試験概要

項　目	内　容
実証試験期間	2010 年(平成 22 年)10 月 1 日～2011 年(平成 23 年)3 月　2 日
実証試験場所	福岡県直方市　福智山九合目避難小屋「荒宿荘」バイオトイレ「山ぼうし庵」
実証機関	財団法人　日本環境整備教育センター 〒130-0024　東京都墨田区菊川 2-23-3 TEL03-3635-4885　FAX03-3635-4886
実証申請者	アイテックシステム株式会社 〒820-0044　福岡県飯塚市横田後牟田工業団地 TEL0948-22-2653　FAX0948-22-5332
実証対象装置 （し尿処理方式）	バイオチップトイレ（バイオチップ補充方式） （水不要-生物処理-木質方式）

３．実証試験実施場所

3-1　実施場所の概要

実証試験を実施する福智山（ふくちやま、ふくちさん）は、福岡県北九州市小倉南区、直方市、田川郡福智町に跨る標高 901m の山である。

福岡県北部に位置し、付近には九州自動車道の福智山トンネルと金剛山トンネルが貫いている。福智山周辺は平尾台や皿倉山同様に北九州国定公園に含まれ、北九州市内で最高峰の山である。また 2006 年に麓の方城町、赤池町、金田町が合併して誕生した「福智町」の名前は福智山に因んで名付けられている。

山腹に広がる豊かな森林は、地域の水源林として古くから維持されており、日本の水源の森百選にも選ばれている。

実証対象となるトイレ名称及び所在地、管理主体を以下に示す。

（１）　トイレ名称：バイオトイレ「山ぼうし庵」

（２）　所　在　地：福岡県直方市　福智山九合目（図 3-1-1）

（３）　管 理 主 体：福岡県

図 3-1-1　九合目避難小屋「荒宿荘」へのルートと周辺環境

実証試験は、福智山九合目避難小屋「荒宿荘」（標高 850m）のバイオトイレ「山ぼうし庵」で実施した。

図 3-1-2　実証試験地周辺 MAP

3-2　実施場所の諸条件

以下に福智山周辺の自然・社会条件を示す。

気象データについては福智山に近い観測所（観測所名：飯塚（北緯 33 度 39.1 分、東経 130 度 41.6 分、標高 37m、図 3-1-2 参照））の 1971 年から 2000 年の月ごとのデータを示した。なお、福智山は飯塚観測所に比べると標高が約 800m 高いので、気温は約 5℃程度低く、積雪は多いと考えられる。

①標　　高：850m
②平 均 気 温：15.4℃（1971 年～2000 年の平均）
③平年降水量：1,798mm／年
④最大積雪量：7cm
⑤商 用 電 源：無
⑥　　水　　：無
⑦所　在　地：福岡県直方市　福智山 9 合目避難小屋
⑧利 用 者 数：年間約 5,000 人

表 3-2-1　飯塚観測所の月ごとの降水量、気温等の平均値（1971 年から 2000 年）

	降水量 (mm)	気温 (℃)			相対湿度 (%)	雪 (cm)	
	合計	平均	最高	最低	平均	降雪の深さ	
						合計	最大
1月	74.2	4.9	9.3	0.8	70	7	5
2月	83.8	5.5	10.0	1.2	69	6	4
3月	126.6	8.6	13.8	3.8	71	2	2
4月	141.2	13.9	19.6	8.7	70	0	0
5月	160.0	18.4	24.0	13.2	71	—	—
6月	315.2	22.1	26.9	18.2	78	—	—
7月	310.5	26.3	30.6	22.9	79	—	—
8月	186.3	26.8	31.5	23.1	78	—	—
9月	181.1	22.8	27.7	18.9	79	—	—
10月	85.9	17.1	22.7	12.2	76	0	0
11月	79.9	11.8	17.2	7.0	75	0	0
12月	53.5	7.0	12.0	2.4	72	2	1
年	1798.2	15.4	20.4	11.0	74	17	7

出典：気象庁ホームページ気象統計情報（http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html）

４．実証装置の概要

4-1　実証技術の特徴と処理フロー

（１）実証対象となる処理方式の一般的特徴と技術概要

実証対象となる水不要-生物処理-木質方式は、オガクズやチップなど木質系資材の中に汚水・汚物を投入し、撹拌や送気を行うことにより、汚濁物質が移行するとともに好気性微生物による分解作用（好気性発酵）を期待するものである。

装置は、木質資材を充てんした混合・撹拌槽で構成される。混合・撹拌槽内には、し尿と木質資材を混合・撹拌、空気を供給する装置が設けられている。槽内の水分の偏在防止、水分過多による混練防止が図れる撹拌機能が重要である。この混合・撹拌装置の構造、機能が効率あるいは管理性に大きく影響する。特に、水分過多により、混練状態とならないような撹拌機能が重要である。

エネルギー要求については、混合・撹拌装置の動力が必要であり、水分調整、温度調整のための加温を行う場合にはさらにそれらの熱源が必要となる。なお、加温を行う場合には臭気対策が必要となる。

（２）実証対象技術の特徴

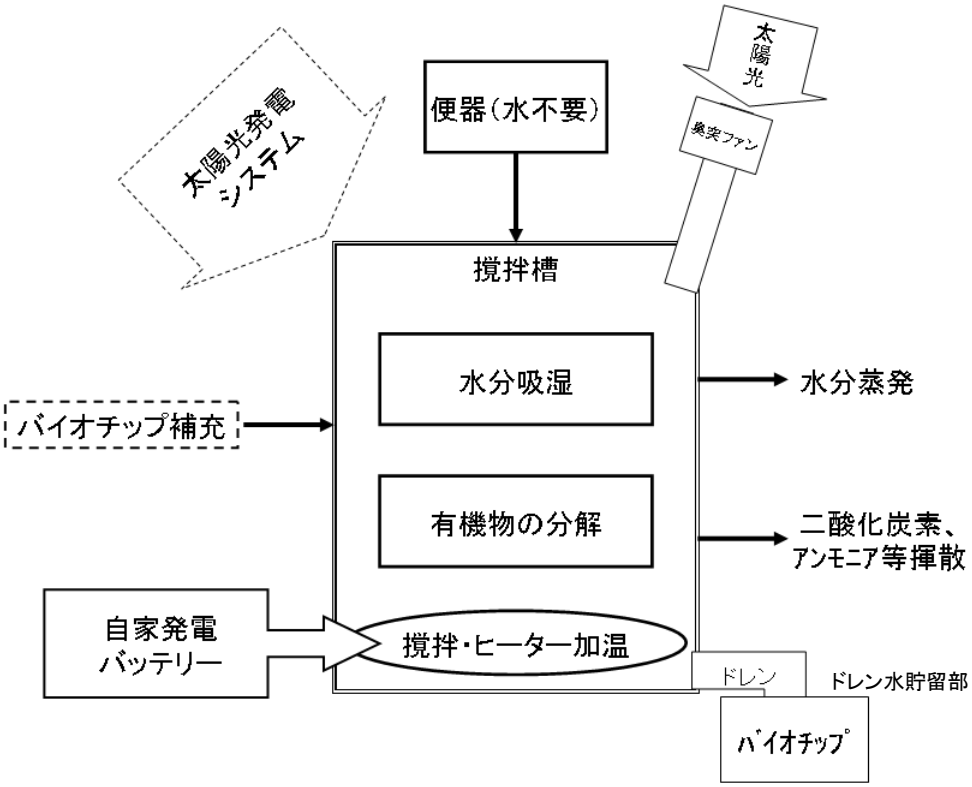
本装置の技術的特徴は、撹拌槽のバイオチップ（杉材中心の木片を独自の方法で加工（半炭化）したものに自然界の有用な土壌菌を適量混合したもの）にし尿が投入され、水分蒸発及び好気性微生物により有機物を分解する技術である。

し尿は、便器より装置内の撹拌槽（容量 0.4m^3）に直接投入される。撹拌槽の中では、中央部分の回転軸に取り付けられた 7 本の撹拌羽根を、人感センサーによりトイレの使用後 30 秒間（使用がないときは 1 時間に 1 回 30 秒間）の周期で正転、逆転させ、バイオチップと投入されたし尿を混合させる。混合されたし尿は、微生物の働きにより、分解される。装置内はヒーターにより、微生物の活動に適した温度を保てるように温度調整されている。

また、バイオチップは、磨耗などにより減容するので、1 年に 2 回程度、便器から 1 回当たり 30L 程度の補充が必要である。

投入されたし尿等は装置内で処理されるので、排水や汲み取りの必要はなく、二次的な環境問題が発生しない。

図 4-1-1 にし尿処理装置の概要及びし尿処理の原理を示す。



①し尿は、便器から撹拌槽に直接投入される。使用済みのトイレットペーパーも投入される。

②回転軸に取り付けられた 7 本の撹拌羽根は、人感センサーにより使用後（使用がない場合は 1 時間ごと）30 秒間で 2 回転する。なお、回転はトイレ使用ごと（使用がない場合は 1 時間ごと）に正転と逆転を交互に繰り返す。

③撹拌装置、ヒーターの電力は、自家発電によって賄われる。撹拌装置にはバッテリーからの電源供給があり、自家発電が停止中でも稼動するが、ヒーターはバッテリーからの電源供給はなく、自家発電が稼動中にのみ、手動で稼動させることができる。

④自家発電は、NPO 法人筑豊山の会の会員が荒宿荘へ上がった時に始動させ、下山時に停止する。なお、NPO 法人筑豊山の会の会員が入山するのは不定期である。

⑤ドレン水は、バイオチップが約 3L 充填された容積 10L のドレン水貯留部に貯留される。

⑥太陽光発電システムは、平成 22 年度中に導入予定である。

図 4-1-1　し尿処理装置の概要及びし尿処理の原理

［実証対象技術の写真］

①装置の外観

トイレ全景

②トイレ内部の状況

トイレブース

両用便器（洋式）

便器からの撹拌槽内の状況

③処理装置の状況

撹拌槽の引き出し

撹拌槽

撹拌槽側面

バイオチップ

ドレン配管及びドレン水貯留部

4-2　実証装置の仕様

本実証装置の仕様を表 4-2-1 に、機器仕様を表 4-2-2 に、配電系統図を図 4-2-1 に示す。

表 4-2-1　実証装置の仕様

企業名		アイテックシステム株式会社
技術名称		バイオチップを用いたし尿処理技術
装置名称		バイオトイレ（バイオチップ補充方式）
し尿処理方式		水不要 - 生物処理 - 木質方式
製造企業名		アイテックシステム株式会社
連絡先	住所	〒820-0044　福岡県飯塚市横田後牟田工業団地
	担当者	原田　敦夫
	連絡先	TEL：0948-22-2653　FAX：0948-22-5332
	E-mail	a_harada@itec-system.com
設置条件	水	不要
	電気	必要
	道路	必要（福智山の場合、ヘリコプター搬入）
使用燃料（発電機用）	燃料の種類	軽油
	消費量	70L／月
使用資材	資材の種類	バイオチップ
	投入量	60L／年　　初期 160L
温度	適正稼動が可能な気温	0℃～40℃
装置タイプ		トイレと処理装置が一体型
サイズ	一体型の場合	w　750mm　×　d　1,753.5mm　×　h　1,173mm
重量	一体型の場合	0.18t
し尿原単位		0.25L／回
処理能力	平常時	80 人回／日（20L／日）
	利用集中時	100 人回／日（25L／日）
その他（特記事項）		バイオチップは天安門広場や世界遺産の九寨溝など中華人民共和国内 100 ヵ所以上の公共施設や景勝地での使用実績がある。

表 4-2-2　機器仕様

機器名	仕様
モーター	住友重機　型式 RNHM02-35L-SG-B-240　100W　60Hz　100V
ヒーター	アルミ箔ヒーター　1000W　100V
蓄電池充電器（バッテリー）	G&Yu　型式：EB50 12V50Ah　2 直列×2 並列つなぎ　計 4 台 容量：5 時間率 50Ah　1 時間率 33Ah
発電機	ヤンマー　型式 YDG250-6E 形式：自励式回転界磁形単相交流発電機 励磁方式：コンデンサ補償式ブラシレス 周波数：60Hz　定格出力：2.5kVA　定格電圧：100V　定格電流：25A
蓄電池過充電制御機器	㈱未来舎　型式：CH-1225GTD 入力電圧：AC100V(90-130V)　入力周波数：50/60Hz 最終充電電圧：低電圧系：13.9V/14.4V　高電圧系：14.8V/15.5V 維持充電電圧：低電圧系：13.3V　高電圧系：13.5V 最大充電電流：25A　動作温度範囲：－15℃～55℃ 満充電時電流：AC 70mA　電源安定度：80mV（AC90V-130V） リップルノイズ：20mV　rms　効率：<80%　入出力絶縁：100MΩ 入出力耐圧：2100V
直交電力変換機器	㈱未来舎　型式：FI-1280AG 出力：連続 850W　尖頭値 1500W　無負荷電流：200mA 出力波形：擬似正弦波　出力周波数：50Hz または 60Hz±0.01% 出力電圧：100VAC　出力変動幅±3%（安定化）　入力電圧：10.0-15.0V 低電圧警報：10.7V　低圧遮断：10.0V　変換効率：90% 入力端子：赤黒色分けネジ式独立端子　出力端子：2 出力コンセント 動作温度：－20℃～＋50℃　冷却方式：自動冷却ファン
ヒーター消費電力量計 撹拌モーター消費電力量計	三菱電機　型式：M1LM 普通電力量計　単相 2 線式　100V30A　MM

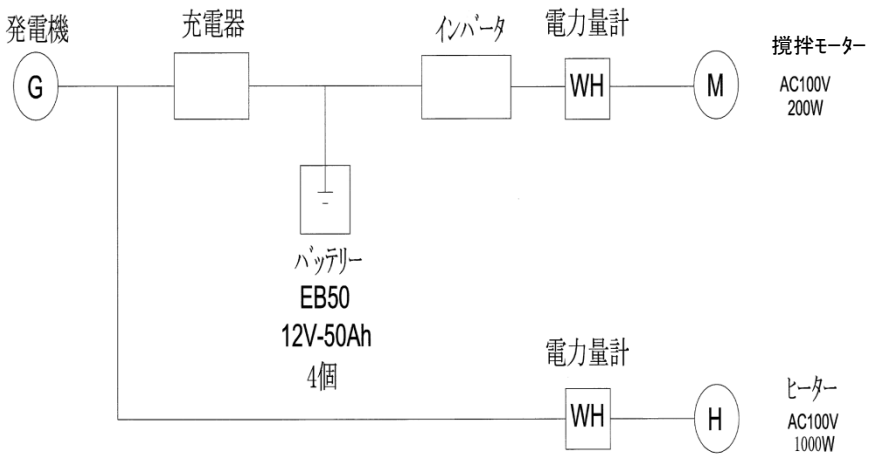


図 4-2-1　配電系統図

4-3　実証装置の設置・建設方法

本実証装置は、2006 年に設置されたバイオトイレを、実証申請者であるアイテックシステム（株）が 2010 年 9 月に改造工事を行い、実証装置とした。

4-4　実証装置の運転・維持管理方法

本実証装置に関する日常維持管理は NPO 法人筑豊山の会が、また専門維持管理は（財）福岡県浄化槽協会及び実証機関が行った。トラブル対応は NPO 法人筑豊山の会が行った。

4-5　実証装置の条件設定

本実証装置の処理能力は、平常時 80 人回/日、集中時 100 人回/日であるが、特に利用制限は実施しないこととした。また、トイレットペーパーは特に分別せず、便槽に投入することとした。

５．実証試験方法

試験の体制や調査の方法について、水不要 - 生物処理 - 木質方式実証試験計画（平成 22 年 9 月）より抜粋し、以下に示した。

5-1　実証試験の実施体制

自然地域トイレ技術分野における実証試験実施体制を図 5-1-1 に示す。また、参加組織連絡先を表 5-1-1、技術実証委員会の委員を表 5-1-2 に示す。

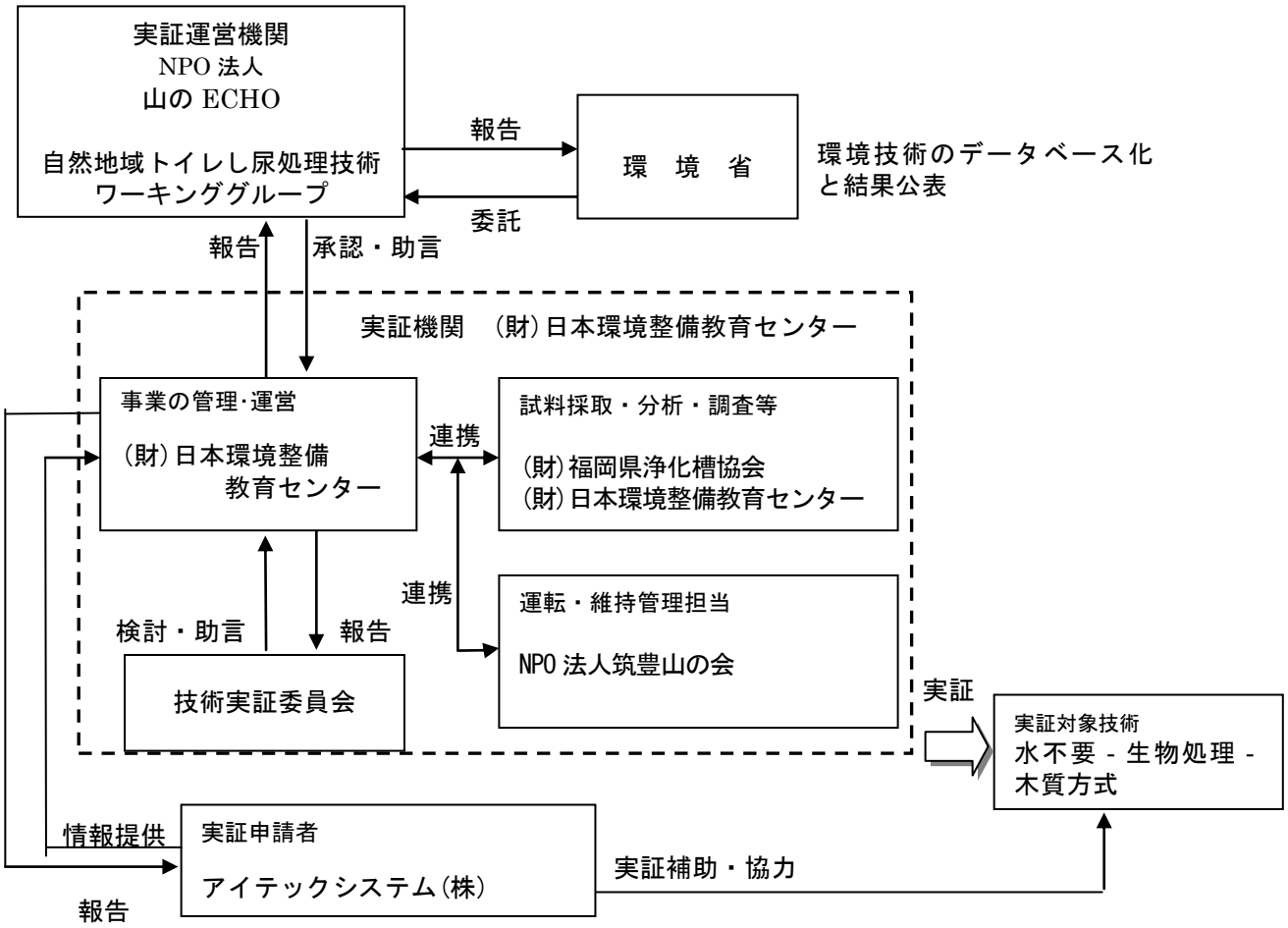


図 5-1-1　実施体制図

表 5-1-1　参加組織連絡先

実証運営機関	特定非営利活動法人　山の ECHO
	〒105-0001　東京都港区虎ノ門 1-11-7 第 2 文成ビル 3F 永原　龍典　TEL03-3580-7179　FAX03-3580-7176 E-mail　r_nagahara@yama-echo.org
実証機関	財団法人　日本環境整備教育センター
	〒130-0024　東京都墨田区菊川 2-23-3 加藤　裕之　TEL03-3635-4885　FAX03-3635-4886 E-mail　katoh@jeces.or.jp
試料採取・現地調査	財団法人　福岡県浄化槽協会
	〒811-2412　福岡県糟屋郡篠栗町乙犬 966-2 TEL092-947-1800　FAX092-947-3636
運転・維持管理	NPO 法人　筑豊山の会
	〒807-0866　福岡県北九州市八幡西区日吉台 2-21-22 太田　徹哉　TEL093-601-6194
実証申請者	アイテックシステム株式会社
	〒820-0044　福岡県飯塚市横田後牟田工業団地 原田　敦夫　TEL0948-22-2653　FAX0948-22-5332 E-mail　a_harada@itec-system.com

表 5-1-2　技術実証委員

名　前	所　属
伊与　亨 （委員長）	北里大学医療衛生学部　講師
池田　伸二	福岡県環境部自然環境課
岡城　孝雄	(財)日本環境整備教育センター　企画情報グループ　グループリーダー
吉田　孝男	特定非営利活動法人　環境資源保全研究会　理事長

（50 音順　敬称略）

5-2　役割分担

本試験実施に関する役割分担（実証試験要領第 7 版に準拠）を以下に示す。

(1)環境省

① 事業全体の運営管理及び実証手法・体制の確立に向けた総合的な検討を行う。

② 環境省総合環境政策局長の委嘱により「環境技術実証事業検討会」を設置する。

③ 実証対象技術分野を選定する。

④ 実証運営機関を選定する。

⑤ 実証機関を承認する。

⑥ 実証試験結果報告書を承認する。

⑦ 実証試験方法の技術開発を行う。

⑧ 実証試験結果等、関連情報をデータベースにより公表する。

⑨ 試験結果報告書を承認後、ロゴマーク及び実証番号を申請者に交付する。

（2）環境技術実証事業検討会(以下、「事業検討会」という。）

① 環境省が行う事務をはじめとして、事業の実施に関する基本的事項について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。

② 事業の実施状況、成果について評価を行う。

（3）実証運営機関（NPO法人　山のECHO）

① 自然地域トイレし尿処理技術ワーキンググループ(有識者(学識経験者、ユーザー代表等)により構成。原則公開で実施)を設置する。

② 実証試験要領を作成・改訂する。

③ 実証機関を選定する。(予算の範囲内において、複数設置することができる)

④ 実証機関が審査した技術を承認する。

⑤ 実証機関に実証試験を委託する。

⑥ 実証申請者から実証試験にかかる手数料の項目の設定と徴収を行う。

⑦ 必要に応じ、実証機関に対して実証試験計画の内容についての意見を述べる。

⑧ 実証試験結果報告書を環境省に報告し、承認を得る。

⑨ 必要に応じ、実証試験方法の技術開発を、環境省に代わり行うことができる。

⑩ 環境技術実証事業実施要領(第5版)第2部第5章2. の当該技術分野における実証機関の選定の観点に照らし適切と認められた場合に限り、自ら実証機関の機能を兼ねることができる。

（4）自然地域トイレし尿処理技術ワーキンググループ(以下、「WG」という。）

① 実証運営機関が行う事務のうち、実証試験要領の作成、実証機関の選定等について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。

② 自然地域トイレし尿処理技術分野に関する事業の運営及び実証試験結果報告書に関して助言を行う。

③ 当該分野に関する専門的知見に基づき、事業検討会を補佐する。

④ より効果的な制度の構築のため、必要に応じ、ベンダー代表団体等も含めた拡大 WG(ステークホルダー会議)を開催することができる。

（5）実証機関（財団法人　日本環境整備教育センター）

① 環境省及び実証運営機関からの委託・請負により、実証試験を管理・運営する。

② 有識者(学識経験者、ユーザー代表等)で構成する技術実証委員会を設置し、運営する。

③ 実証手数料の詳細額を設定する。

④ 企業等から実証対象となる技術を公募する。

⑤ 技術実証委員会の助言を得つつ、申請技術の実証可能性を審査し、審査結果について、実証運営機関の承認を得る。

⑥ 申請技術の審査結果は、当該技術の申請者に通知する。

⑦ 実証試験要領に基づき、実証申請者と協議を行い、技術実証委員会で検討し、実証試験計画を作成する。

⑧ 実証試験要領及び実証試験計画に基づき、実証試験を実施する。そのための、各種法令申請や土地の確保等の手続きについての業務を行う。

⑨ 実証申請者の作成した「取扱説明書」及び「維持管理要領書」等に基づき、実証装置の維持管理を行う。

⑩ 実証試験の一部を外部機関に委託する際は、外部機関の指導・監督を行う。

⑪ 技術実証委員会での検討を経た上で、実証試験結果報告書を取りまとめ、実証運営機関に報告する。

⑫ 装置の継続調査が必要と判断した場合、実証申請者の責任において調査を継続するよう実証申請者に助言することができる。

（6）技術実証委員会

実証機関が行う「対象技術の公募・審査」、「実証試験計画の作成」、「実証試験の過程で発生した問題の対処」、「実証試験結果報告書の作成」、等について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。

（7）実証申請者（アイテックシステム株式会社）

① 実証機関に、実証試験に参加するための申請を行う。

② 実証試験にかかる手数料を実証運営機関に納付する。

③ 既存の試験データがある場合は、実証機関に提出する。

④ 実証試験計画の策定にあたり、実証機関と協議する。

⑤ 実証機関に対し、実証試験計画の内容について承諾した旨の文書を提出する。

⑥ 「専門管理者への維持管理要領書」、「目常管理者への取扱説明書」等を実証機関に提出する。

⑦ 実証試験実施場所に実証装置を設置する。

⑧ 原則として、実証対象装置の運搬、設置、運転及び維持管理、撤去に要する費用を負担する。また薬剤、消耗品、電力等の費用も負担する。

⑨ 既に設置してある装置については、必要に応じて、実証試験に必要な付帯機器・装置を設置する。

⑩ 実証試験計画に基づき、または実証機関の了承を得て、実証試験中に装置の操作や測定における補助を行う。

⑪ 機器の操作、維持管理に関し必要な訓練を受けた技術者を提供する。

⑫ 運転トラブルが発生した際は速やかに実証機関に報告し、実証機関の承認を得て、できれば立ち会いの上で、迅速に対処するとともに、対処状況を実証機関に報告する。

⑬ 実証試験結果報告書の作成において、実証機関の求めに応じて協力する。

（8）日常的な運転・維持管理者（NPO 法人　筑豊山の会）

実証試験期間中の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに原則として実証機関が行う。ただし、既に供用開始している施設では、その施設管理者に、日常的に把握すべき稼動条件・状況や維持管理性能に関するデータ調査協力を依頼することができる。

その場合、実証データの信頼性・中立性を保持するために、施設管理者はトラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合はすべて実証機関を介することとする。

実証機関は、異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるように対処する。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者とともに対応する。

(9)専門的な運転・維持管理者(財団法人　日本環境整備教育センター、財団法人　福岡県浄化槽協会)

実証試験期間中、適正に運転・維持管理するための定期的な保守点検、特殊清掃等の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに実証機関が行う。専門的な運転・維持管理は、し尿処理に精通し、これら作業に慣れた組織・担当者が実施することとする。実証機関は必要に応じて、本業務を外部に委託する。

実証申請者は、運転及び維持管理内容について、実際に作業する人と十分打合せを行い、作業方法を指導する必要がある。

5-3　実証試験期間

本実証試験の専門管理、試料採取スケジュールを表 5-3-1 及び図 5-3-1 に示す。

表 5-3-1　専門管理、試料採取スケジュール

時期	専門管理、試料採取
集中時	2010 年　10 月　12 日　(火)
平常時①	2010 年　12 月　7 日　(火)
平常時②	2011 年　1 月　8 日　(土)
終了時	2011 年　3 月　2 日　(火)

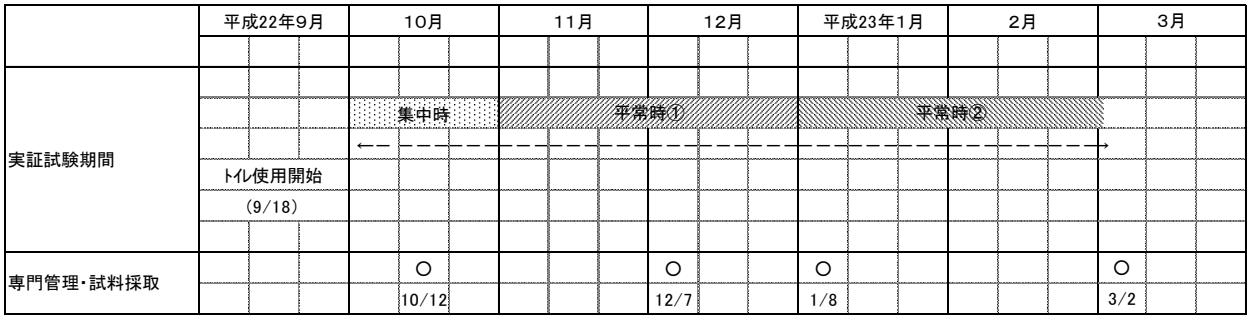


図 5-3-1　専門管理、試料採取スケジュール

5-4　実証試験項目

本実証試験の実証試験項目について、表 5-4-1 に示す。

表 5-4-1　生物処理方式の実証視点

実証視点	参照表	調査者
稼動条件・状況	表 5-4-1-1	（財）日本環境整備教育センター （財）福岡県浄化槽協会
維持管理性能	表 5-4-2-1	
室内環境	表 5-4-3-1	
周辺環境への影響	表 5-4-4-1	
処理性能	表 5-4-5-1～2	

5-4-1　稼動条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼動するための前提条件として想定される項目を表 5-4-1-1 に示す。実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。

表 5-4-1-1　稼動条件・状況の実証に関する項目の測定方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
使用人数	トイレ利用人数	カウンターを設置して測定し、記録	1 回/1 日※	NPO 法人筑豊山の会 （財）日本環境整備教育センター
電力量	消費電力量（kWh/日）	電力量計を設置して測定	1 回/1 日※	
温度	撹拌槽内の温度	自動計測器を設置して測定	1 時間間隔	

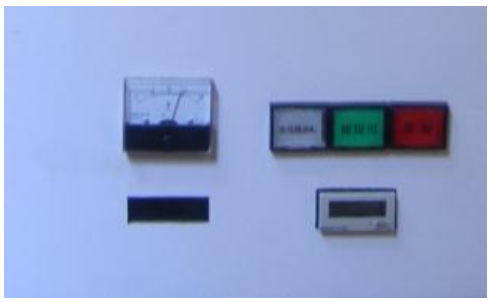
※NPO 法人筑豊山の会の会員が入山した際に記録したデータを日数で割り戻した。入山は不定期（1 週間に 2～3 回）。

（１）使用人数

使用人数は、各トイレブース入口に設けられた利用者カウンター（回帰反射形（M.S.R 機能付））で計測し、記録した。利用者カウンターの仕様を表 5-4-1-2、外観を写真 5-4-1-1、設置状況を写真 5-4-1-2 に示した。

表 5-4-1-2　利用者カウンターの仕様

検出方式		**回帰反射形（M.S.R機能付）**
形式		**形E3JK-R2M2**
検出距離		2.5m（形E39-R1使用時）
標準検出物体		Φ75mm以上の不透明体
応差		−
指向角		1～5°
光源（発光波長）		赤色発光ダイオード（660nm）
電源電圧		DC12～240V±10% リップル（p-p）10%以下、AC24～240V±10% 50/60Hz
消費電力	**DC**	2W以下
	AC	2W以下
制御出力		リレー出力：1c接点 AC250V 3A （cosΦ＝1）以下、 DC5V 10mA以上
寿命（リレー出力）	**機械的**	5,000万回以上（開閉ひん度18,000回/時）
	電気的	10万回以上（開閉ひん度1,800回/時）
応答時間		30ms以下
感度調整		−
使用周囲照度		受光面照度 白熱ランプ：3,000lx以下
周囲温度範囲		動作時：−25～＋55℃、保存時：−30～＋70℃（ただし、氷結、結露しないこと）
周囲湿度範囲		動作時：45～85%RH、保存時：35～95%RH（ただし、結露しないこと）
絶縁抵抗		20MΩ以上（DC500Vメガにて）
耐電圧		AC1,500V 50/60Hz 1min
振動	**耐久**	10～55Hz 複振幅1.5mm X、Y、Z各方向 2h
	誤作動	10～55Hz 複振幅1.5mm X、Y、Z各方向 2h
衝撃	**耐久**	500m/s^2 X、Y、Z各方向 3回
	誤作動	100m/s^2 X、Y、Z各方向 3回
保護構造		IEC規格 IP64
接続方式		コード引き出しタイプ（標準コード長2m）
質量（梱包状態）		約250g
材質	**ケース**	ABS
	レンズ部	メタクリル樹脂
	取りつけ金具	鉄
付属品		取りつけ金具（ねじ付）、ナット、取扱説明書、反射板



配電盤上の受光部（人感センサー）と表示部

反射板

写真 5-4-1-1　利用者カウンターの外観

写真 5-4-1-2　利用者カウンターの設置状況

（２）室温・湿度、温度

トイレブースの室温・湿度、及び撹拌槽内の温度は、自動計測器を設置して１時間間隔で測定・記録した。自動計測器の外観を写真 5-4-1-3～5-4-1-4、仕様を表 5-4-1-3～5-4-1-4 に示す。

写真 5-4-1-3　温湿度センサーの外観

写真 5-4-1-4　温度センサーの外観

写真 5-4-1-5　トイレブースの室温・湿度

写真 5-4-1-6　撹拌槽の温度

（温湿度センサーの設置状況）　　（温度センサーの設置状況）

トイレブース内の温湿度センサーの設置位置は、トイレ入口の上部の棚の上、撹拌槽内の温度センサーの設置位置は、ドレン排水の流出口である。

表 5-4-1-3　温湿度センサーの仕様

型式	RS-12	
測定要素	温度	湿度
チャンネル数	1ch.	1ch.
内蔵センサ使用時	-10～60℃	-
付属センサ使用時	0～50℃	10～95%RH
オプション温度センサ使用時	-40～110℃	-
内蔵センサ熱時定数	12分	-
測定精度	typ.±0.3℃	±5%RH
（付属センサ）	（0～50℃）	（25℃ 50%RHのとき）
測定表示分解能	0.1℃	1%RH
センサ	サーミスタ	高分子湿度センサ
記録間隔	1・2・5・10・15・20・30秒・1・2・5・10・15・20・30・60分 合計15通りから選択	
記録容量	8000データ×2チャンネル	
記録モード	エンドレスモード、ワンタイムモード	
電源	単3アルカリ電池(LR6) 1本	
電池寿命	約1年	
インターフェイス	USB通信 / シリアル通信(RS-232C)	
通信速度	データ吸い上げ時 データフルで1台約8秒	
本体寸法	H55×W78×D18mm	
本体質量	約62g(単3アルカリ電池　1本を含む)	
本体動作環境	温度:-10～60℃・湿度:90%RH以下(結露しないこと)	

表 5-4-1-4　温度センサーの仕様

型式	RT-30S
測定要素	温度
チャンネル数	1チャンネル(外部センサ)
測定範囲	-60～155℃
測定精度	typ.±0.3℃(-20～80℃) typ.±0.5℃(-40～20℃/80～110℃) typ.±1.0℃(-60～-40℃/110～155℃)
測定・表示分解能	0.1℃
センサ	サーミスタ(RTH-3010:テフロン樹脂センサ　1本)
記録間隔	1・2・5・10・15・20・30秒・1・2・5・10・15・20・30・60分　合計15通りから選択
記録容量	16000データ×1チャンネル
記録モード	エンドレスモード、ワンタイムモード
電源	リチウム電池(ER3V M) 1本(CR2 使用可能)
電池寿命	最長2年
インターフェイス	RTC-21、RT-21Bとの光通信
本体防水性能	IP64(生活防水)(温度センサのコネクタを差し込んだ状態)
本体寸法	H62×W47×D19mm(突起部除く)
本体質量	約55g(リチウム電池1本含む)
本体動作環境	温度:-40～80℃

5-4-2　維持管理性能

実証申請者が提出する日常管理者用の取扱説明書及び専門管理者用の維持管理要領書に従って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。

維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度を表 5-4-2-1 に示す。

表 5-4-2-1　維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
日常管理全般	作業内容、所要人員、所要時間、作業性等	日常管理チェックシートに記録	実施時	NPO 法人筑豊山の会
専門管理全般		専門管理チェックシートに記録	試料採取時	(財)日本環境整備教育センター (財)福岡県浄化槽協会
トラブル対応		トラブル対応チェックシートに記録	発生時	(財)日本環境整備教育センター NPO 法人筑豊山の会
汚泥の搬出及び処理・処分		発生汚泥処理・処分チェックシートに記録	汚泥の搬出時	(財)日本環境整備教育センター (作業:NPO 法人筑豊山の会)
信頼性	読みやすさ、理解のしやすさ、正確性等	マニュアルチェックシートに記録	試験終了時	(財)日本環境整備教育センター (財)福岡県浄化槽協会 NPO 法人筑豊山の会

5-4-3　室内環境

トイレを使用する利用者にとって、トイレブース内の空間が快適であることを実証する。

室内環境に関する実証項目を表 5-4-3-1 に示す。

表 5-4-3-1　室内環境に関する実証項目

実証項目	方法	頻度	調査者
温度	自動計測器を建屋内の天井付近に設置し、気温を測定・記録	1時間間隔	(財)日本環境整備教育センター
湿度	自動計測器を建屋内の天井付近に設置し、湿度を測定・記録	1時間間隔	
許容範囲	利用者へのアンケート調査により、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握。	合計 50 人程度(サンプル数)	NPO 法人筑豊山の会

温湿度センサーの外観、仕様は、それぞれ図 5-4-1-1～5-4-1-2、表 5-4-1-3～5-4-1-4 に示した。

「許容範囲」については、トイレ室内の臭気、バイオチップが見えること、その他気付いた事等に関してのアンケート調査をトイレ利用者へ行い、表 5-4-3-1 に掲げた、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握することとした。

5-4-4　実証装置の設置における周辺環境への影響

対象技術は非放流式であるが、設置に伴う土地改変状況等周辺環境に何らかの影響を与える可能性も否定できない。そのため、改修前後について比較検討を行った。

想定される実証項目を表 5-4-4-1 に示す。

表 5-4-4-1　実証装置の設置における周辺環境への影響に関する実証項目

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
土地改変状況	設置面積、地形変更、伐採、土工量等	図面及び現場判断により記録	設置時（1回）	実証機関

5-4-5　処理性能

処理性能は、各単位装置が適正に稼動しているかをみる稼動状況、処理が適正に進んでいるかをチェックする処理状況、運転にともない何がどれだけ発生したかをみる発生物状況に分けられる。

（1）試料採取場所

試料採取場所について表 5-4-5-1、処理性能に関する実証項目について表 5-4-5-2 に示す。また、試料採取場所と実証項目の関係を図 5-4-5-1 に示す。これら実証項目により、装置が適正に運転されているか、し尿処理が順調に進んでいるかを把握する。

表 5-4-5-1　試料採取場所

分類項目	試料採取場所
槽内混合物	撹拌槽内バイオチップ
排ガス	便器内、臭突先端開口部

※詳細は図 5-4-5-1 参照

表 5-4-5-2　処理性能に関する実証項目

分類項目	実証項目	調査・分析方法	実施場所
1 単位装置の稼動状況	―	構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認（専門管理シートに記入）	F
	―	維持管理者へのヒアリングを実施	F
2 槽内混合物	混合・撹拌状態	目視	F
	色	下水試験方法第 2 編第 4 章第 3 節	F
	臭気	下水試験方法第 2 編第 2 章第 7 節の「臭気の分類と種類の一例」参照	F
	単位体積重量	下水試験方法第 2 編第 4 章第 4 節に準ずる方法	L
	蒸発残留物及び含水率	下水試験方法第 2 編第 4 章第 6 節	L
	強熱減量	下水試験方法第 2 編第 4 章第 8 節	L
	pH※1	JIS K 0102 12	L
	有機性炭素（TOC）※1	JIS K 0102 22	L
	塩化物イオン（Cl^-）※1	JIS K 0102 35	L
	電気伝導率（EC）※1	JIS K 0102 13	L
	浮遊物質（SS）※1	下水試験方法第 2 編第 2 章第 12 節	L
	全窒素（T－N）※1	下水試験方法第 3 編第 2 章第 29 節	L
	アンモニア性窒素（NH_4－N）※1	下水試験方法第 3 編第 2 章第 25 節	L
	亜硝酸性窒素（NO_2－N）※1	下水試験方法第 3 編第 2 章第 26 節	L
	硝酸性窒素（NO_3－N）※1	下水試験方法第 3 編第 2 章第 27 節	L
	大腸菌※1	MMO-MUG 法（特定酵素基質法）	L
	大腸菌群※1	下水試験方法第 3 編第 3 章第 7 節	L
3 排ガス	アンモニア	下水試験方法第 2 編第 5 章第 2 節	F
	硫化水素	下水試験方法第 2 編第 5 章第 2 節	F

・実施場所記載欄の F（Field）は現地測定、L（Laboratory）は試験室で測定することを表す。

・※1 の項目は溶出液について測定する。

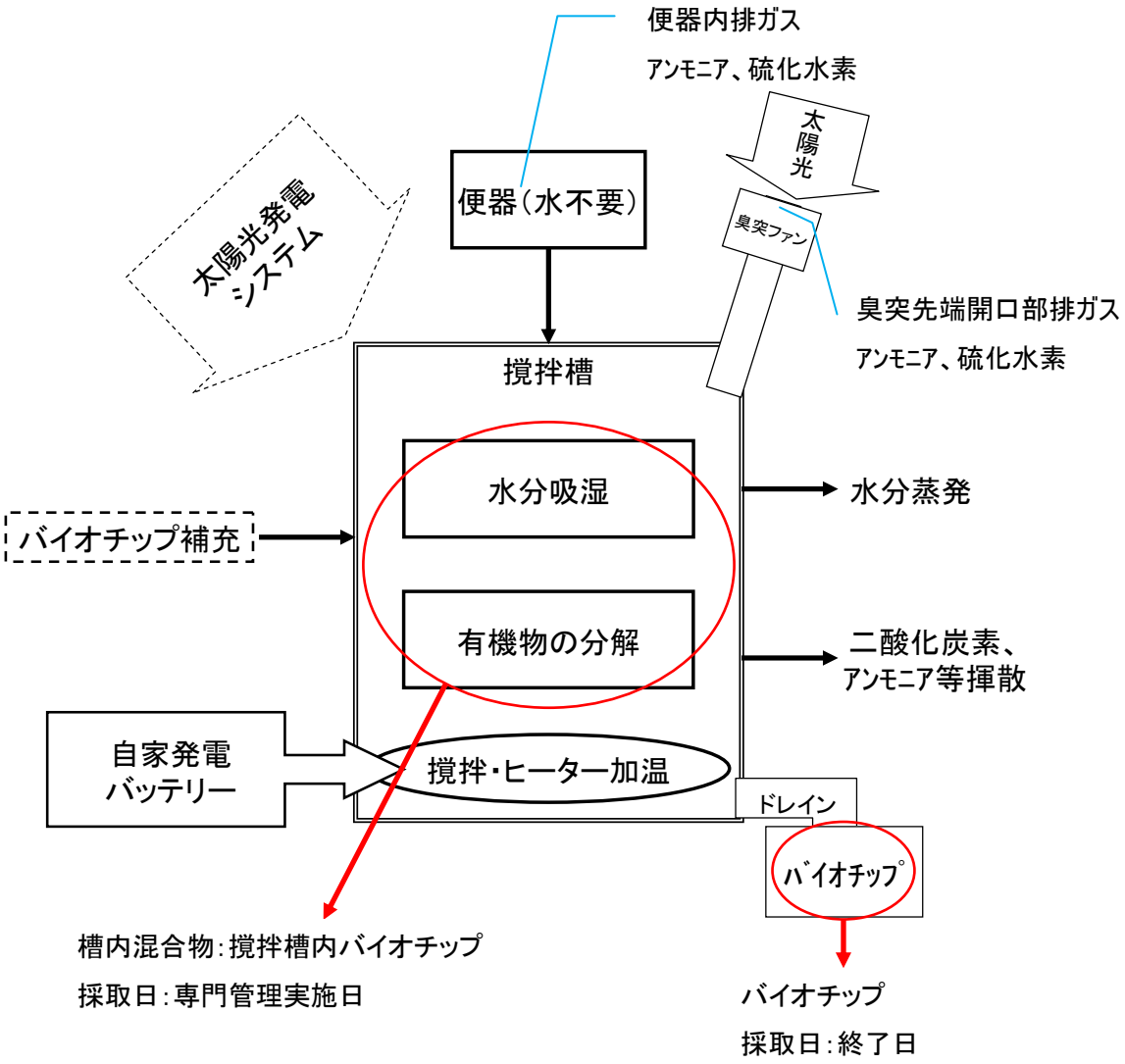


図 5-4-5-1　試料採取場所

（２） 試料採取スケジュール及び採取方法

１）試料採取者

試料採取は、環境計量証明事業所である（財）日本環境整備教育センター及び（財）福岡県浄化槽協会が担当し、装置の構造・機能を理解した試料採取に関する知識を有する担当者が、試料採取、単位装置の稼動状況調査を行った。

２）試料採取頻度、体制

調査実施時期は、調査期間を集中時と平常時に分類し、以下の 3 つの視点で処理性能を把握した。

視点1：平常時の比較的負荷が高くない場合の処理性能を調査する。

視点2：集中時における負荷が高い場合の処理性能を調査する。

視点3：集中時を終えたあとの処理性能を調査する。

集中時とは試験期間のうちトイレ利用者が多いことが見込まれる 10 月を指す。また、平常時とは集中時以外の期間を指す。

調査回数は、集中時、集中時後 2 回、調査終了時の計 4 回とした。（試料採取のスケジュールは、表 5-3-1 の通り）

３）試料採取方法

撹拌槽内バイオチップは以下に示した方法で採取した。

①便器を外し、槽内を 30 秒間撹拌後、開口部からひしゃくで表層の 4～5 ヶ所のバイオチップをバケツに取る。なお、バイオチップ以外のトイレットペーパー、糞塊等が混入してもそのまま採取する。

②槽内を 30 秒間撹拌し、再び表層の 4～5 ヶ所からバイオチップを取り、バケツに合わせる。

③②の操作を 3 回繰り返す。

④バケツに採取したバイオチップを十分撹拌混合し、ジッパー付ビニール袋に 1L 程度採取する。

⑤採取したバイオチップは、重量を測定する。

排ガスは、検知管法による測定のため、便器内、及び臭突先端開口部で直接測定した。なお、排ガス測定はすべての作業に先立ち実施した。

４）終了時に実施する作業内容

終了時には、通常の試料採取のほか、撹拌槽内のバイオチップを全て取り出し、全重量を測定するとともに、槽内の状況を確認した（塩類の蓄積状況等）。

また、ドレンのバイオチップを十分撹拌混合し、ジッパー付ビニール袋に 1L 程度採取し、撹拌槽内バイオチップと同様に分析した。

５）試料の保存方法

保冷容器輸送（保冷剤入り）後、冷暗所（冷蔵庫等）にて保存した。

6）試料採取時の記録事項

試料採取時の記録事項については、JIS K 0094「6.採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録した。

① 試料の名称及び試料番号
② 採取場所の名称及び採取位置（表層または採取深度等）
③ 採取年月日、時刻
④ 採取者の氏名
⑤ 採取時の試料温度
⑥ その他、採取時の状況、特記事項等

7）検液の作成方法

採取したバイオチップは以下に示した方法で検液を作成し、分析に供した。

①採取したバイオチップを 500mL メスシリンダーで 300mL（蓄積物が少量の場合は 500mL）計量し、重量を測定して単位体積あたりの重量を算出する。なお、バイオチップをメスシリンダーに採取する際は、高さ 2cm から繰り返し落とすなど、シリンダーに振動を与えながら密になるように入れる。ただし、バイオチップは押しつけない。

②①のバイオチップを 2L のビーカーに入れ、1.5L の蒸留水を加えて、ガラス棒で 5 分間撹拌し、溶出させる。

③バイオチップと溶出液を分け、バイオチップは、再び 1.5L の蒸留水で②の溶出操作を繰り返し、溶出液は合わせる。この操作を 2 回繰り返す。

④溶出操作に使用したビーカー、メスシリンダー等を 1.5L の蒸留水で洗い、溶出液に合わせる。最後に、バイオチップの水分は絞り落とし溶出液と合わせる。溶出操作に要した蒸留水は計 6L となる。

⑤④の溶出液を検水とする。また、水分を絞ったバイオチップは含水率を測定しておく。

8）処理性能に関する調査の分類

分析の種類は、正常な水の流れや機器設備の稼動状況等を把握する単位装置の稼動状況に関する調査、各単位装置流出水の性状を把握するための処理工程水の水質調査、及び汚泥の蓄積状況等を把握するための汚泥調査とする。これらは、機能の判断のための試料採取時にその場で行う分析と、試験室に持ち帰ったのち行う分析に分かれる。

現地で行う調査は、稼動状況調査として装置の稼動状況や汚泥生成量等を確認するとともに、感応試験、化学分析、機器測定により必要な項目を現地で表 5-9-1-2 に従って測定する。試験室で行う分析項目は、その他の機器分析、化学分析等とする。

６．実証試験結果及び考察

6-1　稼動条件・状況

実証試験における、本装置の運転状況についてを表 6-1-1 に示す。

表 6-1-1　稼動状況

日時	作業内容等
9/17	改修工事終了、供用開始
10/1	調査準備、事前調査 温湿度センサー設置（トイレブース） 撹拌槽内温度センサー設置 実証試験開始
10/12　12:00～12:40	集中時現場調査
12/7　11:15～12:00	平常時①現場調査
12/20	アンケート調査開始
2011/1/8　12:45～13:30	平常時②現場調査
3/2	終了時調査、実証試験終了

6-1-1　気温、利用者数、電力量等

（１）外気温

実証試験期間における福智山に近い観測所（観測所名：飯塚（北緯 33 度 39.1 分、東経 130 度 41.6 分、標高 37m））の月ごとの降水量、気温、湿度を表 6-1-1-1 に、気温の日平均、日最高、日最低の変化を図 6-1-1-1、平均湿度、最小湿度の変化を図 6-1-1-2 に示す。なお、実証試験地である福智山 9 合目は飯塚観測所に比べると標高が約 800m 高いので、気温は約 5℃低く、積雪は多いものと考えられる。

また、データは気象庁ホームページ気象統計情報（http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html）から引用した。

表 6-1-1-1　外気温（観測所名：飯塚）

	降水量(mm)		気温(℃)					湿度(%)		大気現象
	合計	最大	平均			最高	最低	平均	最小	雪日数
		日	日平均	日最高	日最低					
2010/10	85.0	29	18.0	22.8	13.9	27.0	6.0	74	27	0
2010/11	35.5	15	11.1	16.8	5.8	21.4	−0.4	71	33	0
2010/12	143.5	31	7.1	11.5	2.8	19.6	−1.7	70	28	8
2011/1	65.0	21	2.1	5.9	−1.3	9.5	−4.1	69	34	14
2011/2	61.0	12.5	6.2	12.1	1.3	21.2	−3.1	73	23	4

実証試験期間中の最高気温は、27.0℃、最低気温は、-4.1℃であった。

表 3-2-1 には 1971 年から 2000 年の月ごとの平均気温、最高・最低気温の平均値を示したが、平

均気温で比較すると、2010 年 10 月～12 月及び 2011 年 2 月の平均気温は 1971 年から 2000 年の平均値とほぼ同じ、2011 年 1 月は 1971 年から 2000 年の平均値 4.9℃に対し 2.1℃とかなり低かった。また、2011 年 1 月は寒波の影響により、例年に比べて雪が多かった。

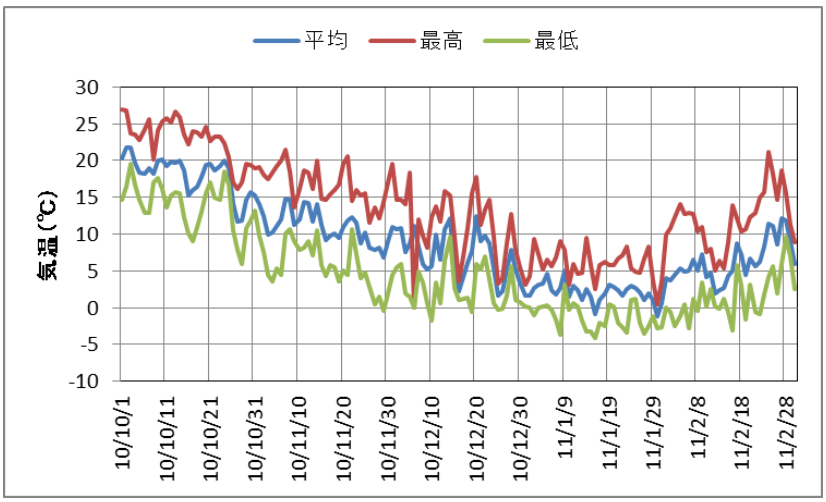


図 6-1-1-1　日平均気温、日最高気温、日最低気温の変化

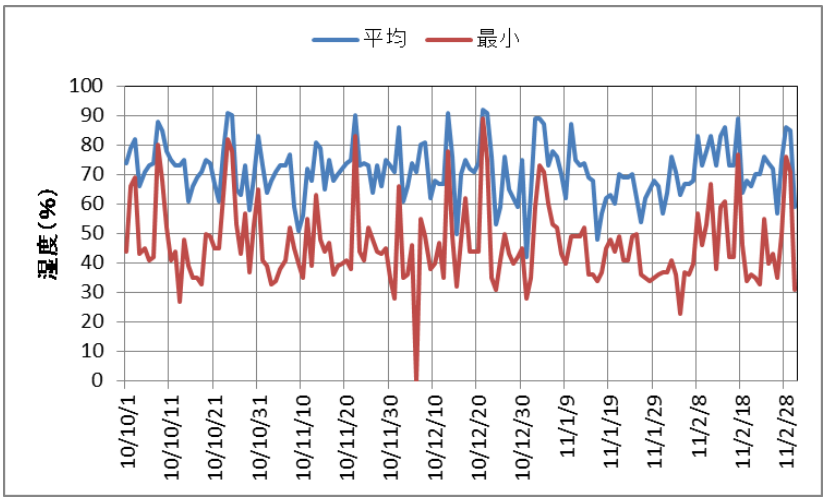


図 6-1-1-2　平均湿度、最小湿度の変化

（２）消費電力量

実証試験期間の撹拌装置とヒーターの消費電力量について表 6-1-1-2、それぞれの 1 日当たりの電力量の変化を図 6-1-1-3 に示す。

実証試験期間の消費電力量の合計はヒーターが 132.8kWh、撹拌装置が 19.2kWh であり、1 日当たりの電力量の平均値はヒーターが 0.90 kWh/日、0.13kWh/日であった。

1 日当たりの電力量の変化をみると、ばらつきは大きいもののヒーター用は増加傾向が認められ、撹拌装置はほぼ横ばいの傾向が認められた。

なお、1 月 6 日には、ヒーター及び撹拌用の電力量が零となったことから、ヒーターと撹拌の機能が一時的に働かなくなったものと考えられる。これは、例年にない寒波の影響で積雪が多かった

ことにより、維持管理者（NPO 法人筑豊山の会会員）が入山できなかったことによる。

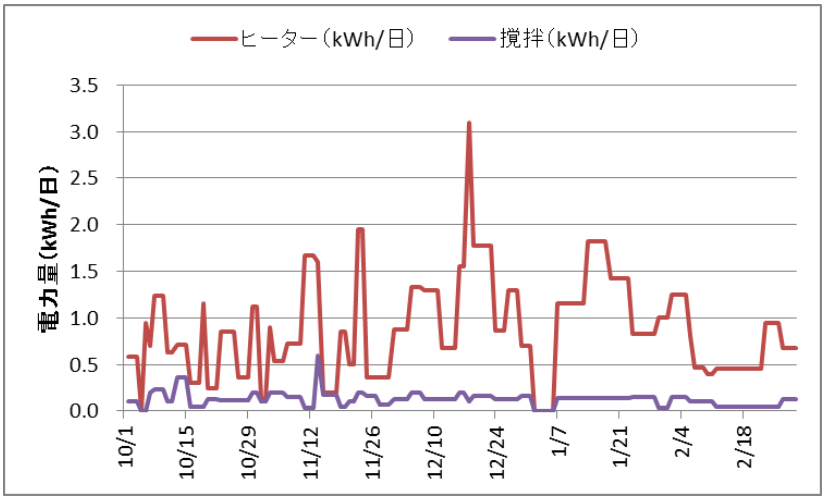


図 6-1-1-3　1 日当たりの電力量の変化

表 6-1-1-2　消費電力量

	経過日数（日）	ヒーター用		撹拌用	
		電力量（kWh）	電力量（kWh/日）	電力量（kWh）	電力量（kWh/日）
2010/10/1	0	—	—	—	—
10/4	3	1.75	0.58	0.30	0.10
10/5	4	0.00	0.00	0.00	0.00
10/6	5	0.95	0.95	0.00	0.00
10/7	6	0.70	0.70	0.20	0.20
10/10	9	3.70	1.23	0.70	0.23
10/12	11	1.25	0.63	0.20	0.10
10/15	14	2.15	0.72	1.10	0.37
10/18	17	0.90	0.30	0.15	0.05
10/19	18	1.15	1.15	0.05	0.05
10/22	21	0.75	0.25	0.40	0.13
10/26	25	3.40	0.85	0.45	0.11
10/29	28	1.10	0.37	0.35	0.12
10/31	30	2.25	1.13	0.40	0.20
11/2	32	0.25	0.13	0.20	0.10
11/3	33	0.90	0.90	0.20	0.20
11/6	36	1.60	0.53	0.60	0.20
11/10	40	2.90	0.73	0.60	0.15
11/13	43	5.00	1.67	0.10	0.03
11/14	44	1.60	1.60	0.60	0.60
11/18	48	0.80	0.20	0.70	0.18
11/20	50	1.70	0.85	0.10	0.05
11/22	52	1.00	0.50	0.20	0.10
11/24	54	3.90	1.95	0.40	0.20
11/27	57	1.10	0.37	0.50	0.17
11/30	60	1.10	0.37	0.20	0.07
12/4	64	3.50	0.88	0.50	0.13
12/7	67	4.00	1.33	0.60	0.20
12/11	71	5.20	1.30	0.50	0.13
12/15	75	2.70	0.68	0.50	0.13
12/17	77	3.10	1.55	0.40	0.20
12/18	78	3.10	3.10	0.10	0.10
12/23	83	8.90	1.78	0.80	0.16
12/26	86	2.60	0.87	0.40	0.13
12/29	89	3.90	1.30	0.40	0.13
2011/1/1	92	2.10	0.70	0.50	0.17
1/6	97	0.00	0.00	0.00	0.00
1/13	104	8.10	1.16	1.00	0.14
1/18	109	9.10	1.82	0.70	0.14
1/23	114	7.10	1.42	0.70	0.14
1/29	120	5.00	0.83	0.90	0.15
2/1	123	3.00	1.00	0.10	0.03
2/5	127	5.00	1.25	0.60	0.15
2/6	128	0.80	0.80	0.10	0.10
2/9	131	1.40	0.47	0.30	0.10
2/11	133	0.80	0.40	0.20	0.10
2/22	144	5.00	0.45	0.50	0.05
2/26	148	3.80	0.95	0.20	0.05
3/2	152	2.70	0.67	0.50	0.13

（３）使用回数

9 月 17 日～3 月 1 日の使用回数及び累積使用回数の推移を図 6-1-1-4、日平均使用回数の推移を図 6-1-1-5 に示す。

この期間の使用回数の合計は 2,652 回、1 日当たりの平均使用回数は 16 回/日であった。

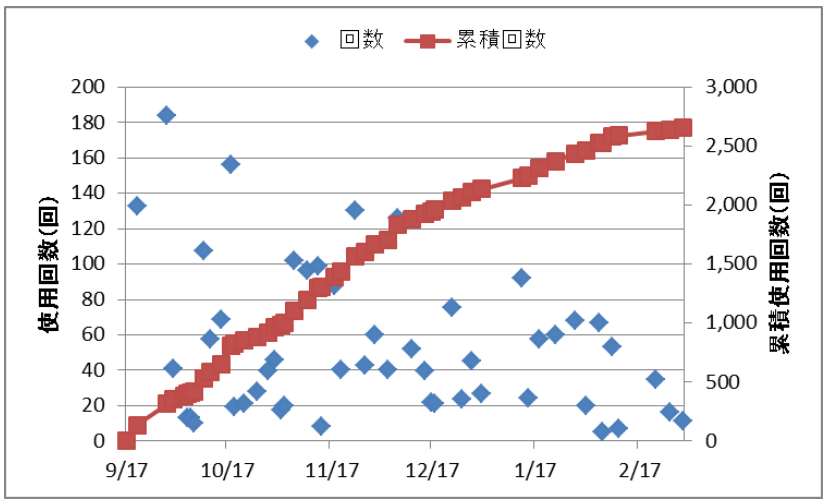


図 6-1-1-4　使用回数と累積使用回数の推移

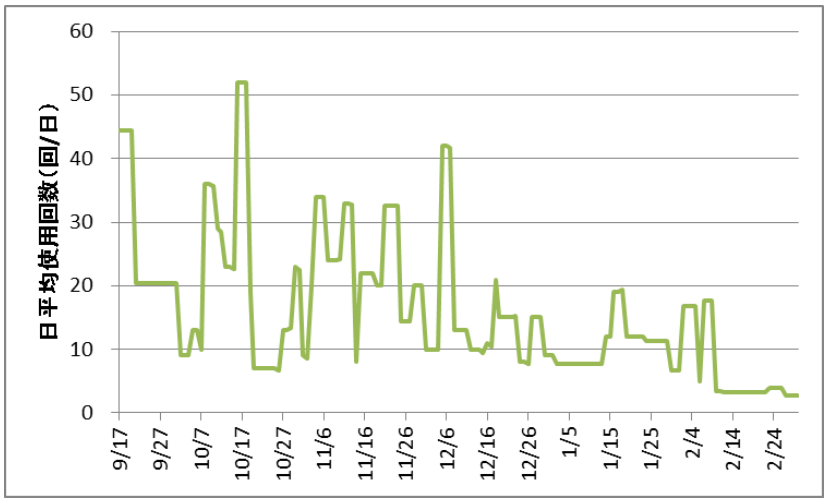


図 6-1-1-5　日平均使用回数の推移

平常時及び集中時の使用回数を表 6-1-1-3 に示す。

表 6-1-1-3　平常時、集中時の利用者数

		日数	回数	1 日当たりの回数
集中時	2010/10/1 ～ 10/31	31	626	20
平常時①	11/1 ～ 12/31	61	1165	19
平常時②	2011/1/1 ～ 3/1	60	524	9

実証試験期間中の利用回数の合計は、2,315 回、平常時①、平常時②の 1 日当たりの平均使用回数はそれぞれ 19 回/日、9 回/日で、平常時の 1 日当たりの平均使用回数は 14 回/日、利用集中時の 1

日当たりの平均使用回数は 20 回/日であった。

NPO 法人筑豊山の会によると、昨年末から今年１月の寒波の影響で積雪が多く、例年に比べ、年末から年始、及び１～２月の土日、祝日の登山者が少なかったとのことであり、利用回数が少なかった原因であると考えられる。

実証試験期間中の最高使用回数は、平常時 42 回/日、集中時 52 回/日であった。

6-1-2　稼動条件・状況のまとめ

＜外気温＞

外気温については、実証試験地に近い観測所（観測所名：飯塚（北緯 33 度 39.1 分、東経 130 度 41.6 分、標高 37m））のデータを引用した。

実証試験期間中の最高気温は、27.0℃、最低気温は、-4.1℃であった。

本実証装置は建屋内にあるので、外気温が低下しても処理装置が凍結しなければ装置の稼動上は問題ないと考えられる。

＜消費電力量＞

実証試験期間中の消費電力量の合計はヒーターが 132.8kWh、撹拌装置が 19.2kWh であり、1 日当たりの電力量の平均値はヒーターが 0.90 kWh/日、0.13kWh/日であった。

1 日当たりの電力量の変化をみると、ばらつきは大きいもののヒーター用は増加傾向が認められ、撹拌装置はほぼ横ばいの傾向が認められた。なお、１月６日には、ヒーター及び撹拌用の電力量が零となったことから、ヒーターと撹拌の機能が一時的に働かなくなったものと考えられる。これは、例年にない寒波の影響で積雪が多かったことにより、維持管理者（NPO 法人筑豊山の会会員）が入山できなかったことによる。

＜使用回数＞

実証試験期間中の使用回数の合計は、2,315 回、平常時の 1 日当たりの平均使用回数は 14 回/日であり、利用集中時の 1 日当たりの平均使用回数は 20 回/日であった。

6-2　維持管理性能

6-2-1　日常維持管理

日常維持管理は、水不要 - 生物処理 - 木質方式実証試験計画（平成 22 年 9 月）の資料 1－①の日常維持管理チェックシートに従い、NPO 法人筑豊山の会が実施した。表 6-2-1-1 に概要を示す。

表 6-2-1-1　日常維持管理の概要

	実証試験結果
実施日	不定期（週 2～3 回）
実施者	NPO 法人筑豊山の会
作業人数	1 人
作業時間	約 30 分間（発電機の稼動時間は除く）
作業内容	処理装置の維持管理（発電機の稼動、バイオチップの色相、撹拌装置の稼動状況の確認）、トイレブースの掃除
作業内容についての意見	実証期間中は、特に困難な作業はなかった。

6-2-2　専門維持管理

専門維持管理は、水不要 - 生物処理 - 木質方式実証試験計画（平成 22 年 9 月）の資料 1－②の専門管理チェックシートに従い、（財）日本環境整備教育センター及び（財）福岡県浄化槽協会が実施した。表 6-2-2-1 に概要を示す。

表 6-2-2-1　専門維持管理の概要

	実証試験結果		
実施日	集中時	2010年10月12日	人数:2人
	平常時①	12月 7日	人数:2人
	平常時②	2011年 1月 8日	人数:2人
	終了時	3月 2日	人数:3人
実施者	（財）日本環境整備教育センター、（財）福岡県浄化槽協会		
作業時間	約 1 時間（試料採取を含む）		
作業内容	1．全般的な点検事項 2．現場測定項目 3．単位装置の点検 5．機械設備の点検		
作業内容についての意見	・実証期間中は、特に困難な作業はなかった。 ・2011/1/8　臭突ファンが凍りつき、停止していた。 ・発電機が稼動し難い状況（リコイル・スタータの不調）であった。		

6-2-3　発生物の搬出及び処理・処分

本実証試験期間中には、発生物の搬出・運搬はなかった。

6-2-4　トラブル対応

本実証試験期間中においては、発電機が稼動し難い状況（リコイル・スタータの不調）であった。また、寒波の影響により、例年にない積雪のため、維持管理者が入山できず、発電機が稼動できない状況であった。

6-2-5　維持管理マニュアルの信頼性

維持管理マニュアルの信頼性は、水不要－生物処理－木質方式実証試験計画（平成 22 年 9 月）の資料 1－⑤のマニュアルチェックシートに従い、（財）日本環境整備教育センターが実施した。表 6-2-5-1 に概要を示す。

表 6-2-5-1　維持管理マニュアルの信頼性

記入者	（財）日本環境整備教育センター
担当作業内容	専門維持管理
使用したマニュアル名	バイオトイレ取扱説明書
（5 段階評価）	・読みやすさ　：③ふつう ・理解しやすさ　：④あまりよくない ・正確性　：④あまりよくない ・情報量　：④少ない
その他	●処理性能の記述がない。 ●制御盤内の記述がない。 ●異常名（モーター過負荷、インバータ DB 過負荷）の時の装置の状況が不明。 ●異常時の対策・処置が分かり難い。 ●日常点検、定期点検の点検項目、処置等に分かり難い部分がある。 ●日常管理と専門管理の区分が明確ではない。 ●バイオチップの補充についての記述がない。

6-2-6　維持管理性能のまとめ

＜日常維持管理＞

日常的な維持管理については、発電機が稼動し難い状況（リコイル・スタータの不調）が認められたものの、特に困難な作業はなかった。

＜専門維持管理＞

専門的な維持管理については、一回当たり 2～3 人で 1 時間程度のものを計 4 回実施した。その結果、発電機が稼動し難い状況（リコイル・スタータの不調）が認められたものの、特に困難な作業はなかった。

＜発生物の搬出及び処理･処分＞

本実証試験期間中においては、発生物の搬出・運搬はなかった。

＜トラブル対応＞

本実証試験期間中においては、発電機が稼動し難い状況（リコイル・スタータの不調）であった。また、寒波の影響により、例年にない積雪のため、維持管理者が入山できず、発電機が稼動できない状況であった。

＜維持管理マニュアルの信頼性＞

維持管理マニュアルの信頼性については、「バイオトイレ取扱説明書」をマニュアルチェックシートに従ってチェックした。「読みやすさ」については「③ふつう」であるが、「理解しやすさ」、「正確性」については「④あまりよくない」、「情報量」については「④少ない」と評価され、処理性能やバイオチップの補充についての記述がないことや異常時の対策・処置が分かり難いこと等が指摘された。

6-3　室内環境

6-3-1　室温、湿度

トイレブースの室温及び湿度の変化を、図 6-3-1-1 に示す。なお、10 月 4 日から 1 月 8 日までの期間、測定機器の不具合により、データが得られなかった。

室温は最高温度 22.8℃、最低温度-9.5℃であり、湿度は 16～99%で推移した。

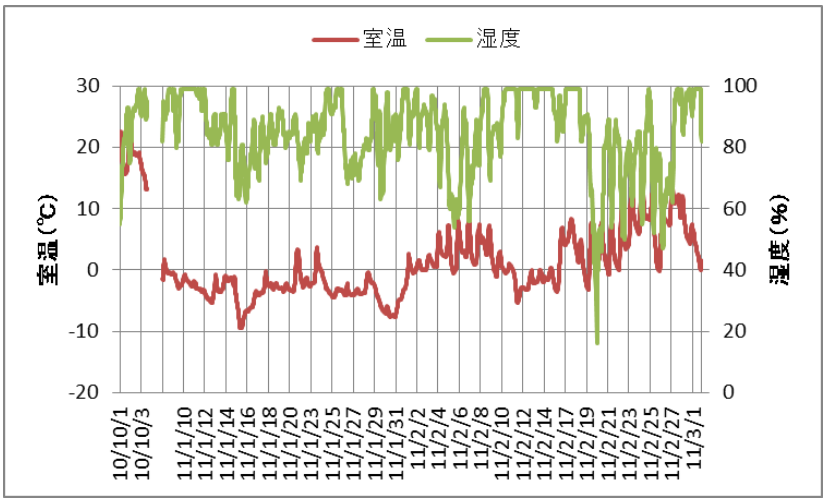


図 6-3-1-1　室温、湿度の変化

6-3-2　室内環境に関する許容範囲

試験期間中、対面式によるトイレ利用者へのアンケート調査を行い、室内環境に対する快適性に関する許容範囲を調査した。有効回答数は 46 であった。調査結果を図 6-3-2-1 に示す。

なお、回答は 12 月 20 日から 2 月 5 日に行われており、時間は 8～14 時の間に回答されていた。

１）トイレ室内臭気

回答者すべてが「①快適である」「②許容範囲である」と回答していた。

自由意見はなかった。

２）便器内の装置の稼動について

回答者の 98%が「①全く気にならない」「②許容範囲である」と回答しており、「③不快である」は 2%と低かった。これは、撹拌装置の稼動がトイレ使用後に自動でなされることから、利用者には問題ないとされたことが示された。

自由意見はなかった。

３）バイオチップが見えることについて

回答者の 98%が「①全く気にならない」「②許容範囲である」と回答しており、「④どちらともいえない」が 2%であった。

便器内のバイオチップが見えたとしても、利用者には問題ないとされたことが示された。

自由意見はなかった。

４）総合的なトイレの印象

回答者の 98%が「①たいへんよい」「②よい」と回答しており、「③わるい」は 2%であった。

「③わるい」との回答者は、便器内の装置の稼動について、「③不快である」と回答しており、便器内での撹拌装置に違和感があったものと考えられる。

５）性別

無回答もあったが、男女比はほぼ 1：1 であった。

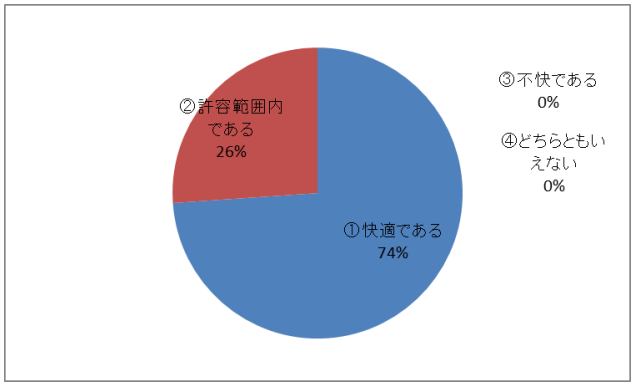
６）年代

60 代以上が 41%、次いで 50 代が 33%と高く、40 代以下の割合が低かった。

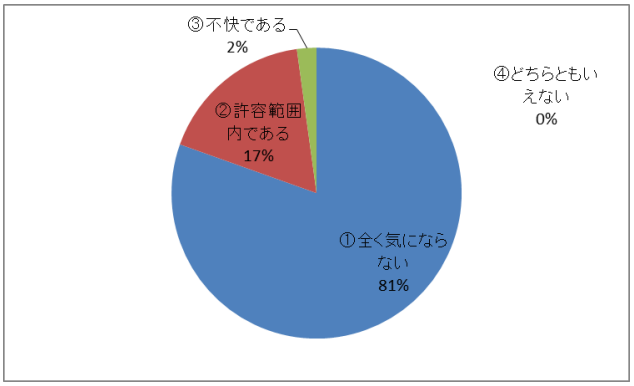
７）その他の意見

その他の意見として、「トイレの中が暗い」という意見があった。

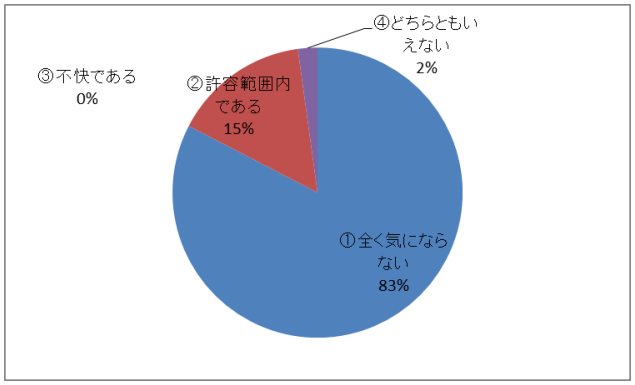
1. トイレ室内のにおいはどうでしたか？



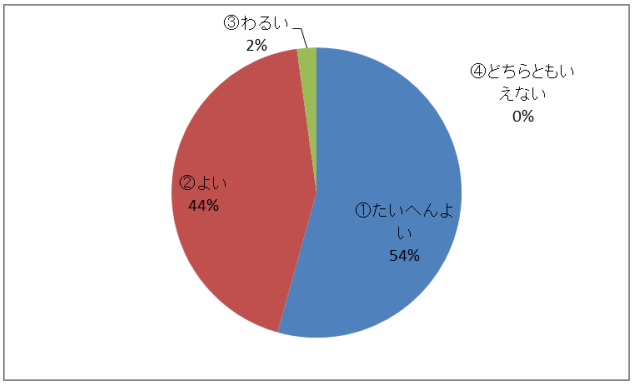
2. 便器の中で装置が動いていることについて、どうですか？



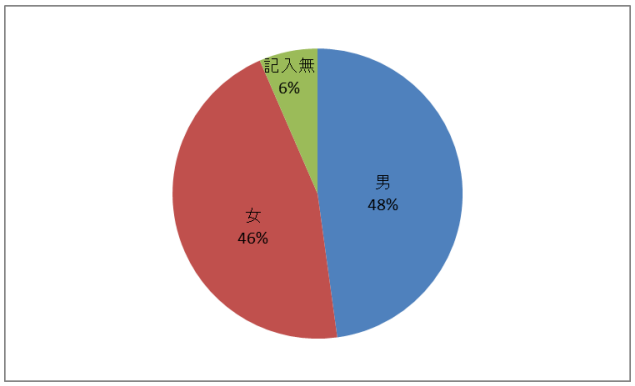
3. 便器の中のバイオチップが見えることについて、どうですか？



4. 総合的に判断して、このトイレはどうですか？



6. 性別



7. 年代

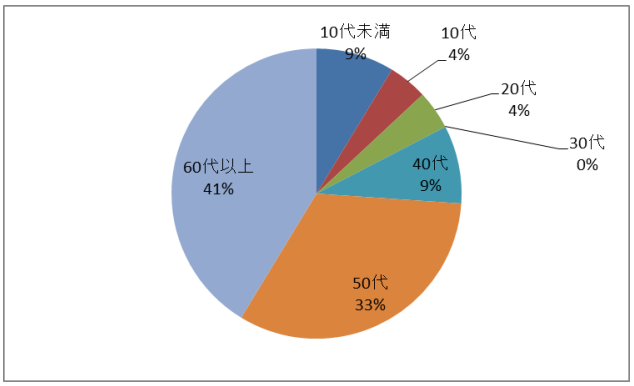


図 6-3-2-1　室内環境に対する快適性に関する許容範囲のアンケート調査結果

6-3-3　室内環境のまとめ

＜室温、室内湿度＞

室温は最高温度 22.8℃、最低温度-9.5℃であり、湿度は 16～99%で推移した。

＜許容範囲＞

トイレ室内の臭気は、回答者すべてが「①快適である」「②許容範囲である」と回答し、便器内の装置の稼動については、回答者の 98%が「①全く気にならない」「②許容範囲である」と回答しており、撹拌装置の稼動がトイレ使用後に自動でなされることから、利用者には問題ないとされたことが示された。

バイオチップが見えることについては、回答者の 98%が「①全く気にならない」「②許容範囲である」と回答しており、便器内のバイオチップが見えたとしても、利用者には問題ないとされたことが示された。

総合的なトイレの印象として、回答者の 98%が「①たいへんよい」「②よい」と回答していた。

6-4　周辺環境への影響

実証対象装置は、水が不要であり、そのため、排水による周辺環境への影響はない。

土地改変について、設計処理能力にもよるが、本実証試験装置は、便器と処理槽が一体型で設置面積が小さく、大規模な地形変更は実施されない。

排ガスは、本実証試験において、撹拌槽内及び臭突口ともに、ほとんど検出されず、周辺環境への影響は少ないものと考えられる。

6-5　処理性能

6-5-1　現場測定結果

（１）臭気、及び排ガスの測定結果

専門維持管理の実施日（集中時：10 月 12 日、平常時①：12 月 7 日、平常時②：1 月 8 日、終了時：3 月 2 日）におけるトイレ周辺及びトイレブースの臭気、撹拌槽内及び臭突口における排ガスの測定結果を表 6-5-1-1～6-5-1-3 に示す。

表 6-5-1-1　トイレ周辺及びトイレブースの臭気

	トイレ周辺	トイレブース
2010/10/12	無	無
2010/12/7	無	微（アンモニア臭）
2011/1/8	無	中（アンモニア臭）
2011/3/2	無	無

表 6-5-1-2　撹拌槽内の排ガスの測定結果

撹拌槽内	アンモニア（ppm）	硫化水素（ppm）
2010/10/12	0	0
2010/12/7	0	0
2011/1/8	17	0
2011/3/2	0	0

表 6-5-1-3　臭突口の排ガスの測定結果

臭突	アンモニア（ppm）	硫化水素（ppm）
2010/10/12	0	0
2010/12/7	0	0
2011/1/8	17	0
2011/3/2	0	0

トイレ周辺の臭気は無く、トイレブースでは微～中程度のアンモニア臭が感じられた。撹拌槽内及び臭突口のアンモニアについては、1 月 8 日に 17ppm 検出された。これは、臭突口のファンが凍りつき停止していたため、アンモニアが撹拌槽内に滞留していた影響と考えられる。硫化水素は検出されなかった。

（２）バイオチップの状況

専門維持管理の実施日（集中時：10 月 12 日、平常時①：12 月 7 日、平常時②：1 月 8 日、終了

時：3 月 2 日）におけるバイオチップの状況を表 6-5-1-4、バイオチップ、及び撹拌槽内の写真を写真 6-5-1-1～6-5-1-4 に示す。

表 6-5-1-4　バイオチップの状況

	混合・撹拌状況	バイオチップ	
		色相	臭気
2010/10/12	良	黒色	無
2010/12/7	良（湿り気があった）	黒色	中（アンモニア臭）
2011/1/8	良（湿り気があった）	黒色	中（アンモニア臭）
2011/3/2	良（湿り気があった）	黒色	弱（アンモニア臭）

写真 6-5-1-1　ブランク（未使用）

写真 6-5-1-2　撹拌槽内（2010/10/1）

写真 6-5-1-3　撹拌槽内（2010/12/7）

写真 6-5-1-4　撹拌槽内（2011/3/2）

バイオチップの色相は全て黒色であるが、写真を見るとブランク（写真 6-5-1-1）及び 10 月 1 日（写真 6-5-1-2）ではバイオチップの形状がはっきり確認でき、乾燥した状況が認められる。その後の 12 月 7 日（写真 6-5-1-3）及び 3 月 2 日（写真 6-5-1-4）ではバイオチップの形状は確認できず、見た目においても多量の水分が含まれている状況が確認された。

（３）撹拌槽内の温度

撹拌槽内の温度の変化について、図 6-5-1-1 に示す。なお、測定箇所は写真 5-4-1-6 に示したドレン排水の流出口付近の温度である。

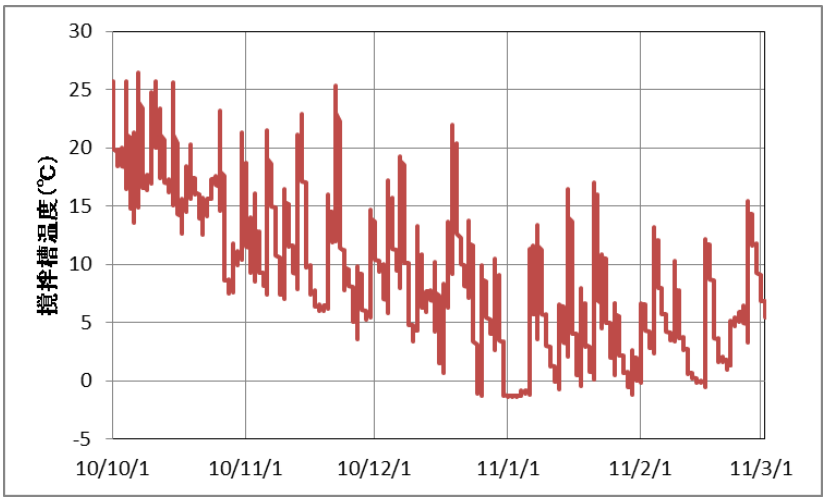


図 6-5-1-1　撹拌槽内温度の変化

撹拌槽内の温度は、ヒーターの稼動による温度上昇が認められるものの、0℃を下回る温度も測定されており、ヒーターの稼動状況は水分蒸発に必要な稼動時間とはいえないと考えられる。

6-5-2　試料分析結果

（１）バイオチップの性状分析

専門維持管理実施日（集中時：10 月 12 日、平常時①：12 月 7 日、平常時②：1 月 8 日、終了時：3 月 2 日）に採取したバイオチップの性状分析結果を表 6-5-2-1 に示す。

表 6-5-2-1　バイオチップ性状分析結果

検体名	単位体積重量 (kg/L)	含水率 (%)	蒸発残留物 (%)	強熱減量 (%)
ブランク（未使用）	0.192	7.37	92.6	98.5
ブランク（未使用）の再測定	0.211	—	—	—
10/12 採取	0.585	68.8	31.2	94.6
12/7 採取	1.07	81.3	18.7	89.7
1/8 採取	1.05	78.0	22.0	90.6
3/2 採取	1.06	81.2	18.8	89.0

１）単位体積重量

バイオチップの単位体積重量の変化を図 6-5-2-1 に示す。なお、ブランクは供用開始直前日（9/17）とした。

単位体積重量は、経日的に増加傾向を示し、1.05～1.07kg/L でほぼ横ばいとなった。

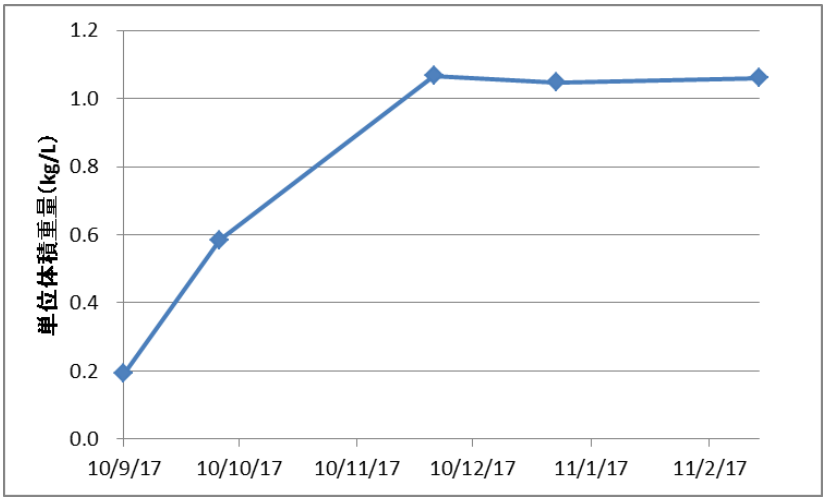


図 6-5-2-1　単位体積重量の変化

２）含水率、蒸発残留物、強熱減量

バイオチップの含水率、蒸発残留物、強熱減量の変化を図 6-5-2-2 に示す。なお、ブランクは供用開始直前日（9/17）とした。

含水率は増加傾向を示し、蒸発残留物、強熱減量は減少傾向を示し、含水率は約 80%、蒸発残留物は約 20%、強熱減量は約 90%で横ばいとなった。

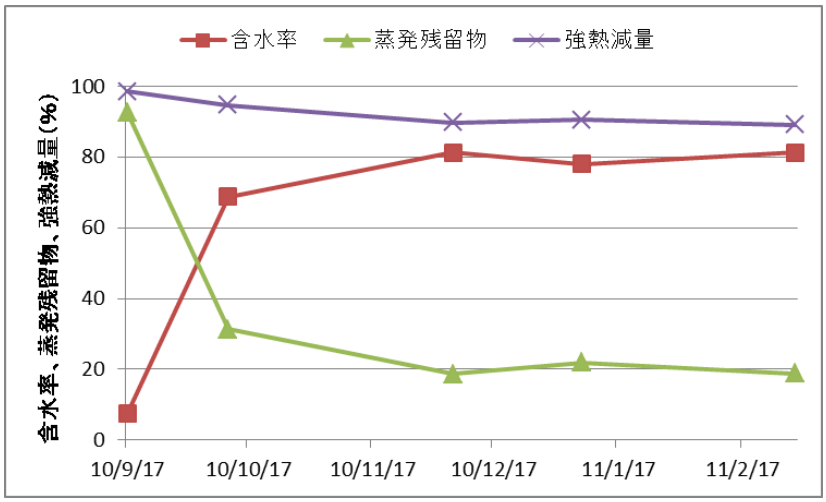


図 6-5-2-2　含水率、蒸発残留物、強熱減量の変化

蒸発残留物 105℃で加熱し、水分を蒸発・乾燥させたときに残留する物質の割合を表す値で、固形物量及び塩類が多いと数値が高くなる。
強熱減量 蒸発残留物を 600℃で灰化したときに揮散する物質の割合を表す値で、主に有機物量が多いと数値が高くなる。

（２）バイオチップ溶出液の水質分析結果

専門維持管理実施日（集中時：10 月 12 日、平常時①：12 月 7 日、平常時②：1 月 8 日、終了時：3 月 2 日)に採取したバイオチップの溶出液及びドレン水の水質分析結果を表 6-5-2-2 に示す。また、ブランクを差し引いたバイオチップの水分中の濃度を表 6-5-2-3 に示す。

表 6-5-2-2　バイオチップ溶出液の水質分析結果

検体名	pH (－)	SS (mg/L)	TOC (mg/L)	Cl^- (mg/L)	電気伝導率 (μS/cm)
ﾌﾞﾗﾝｸ溶出液	6.6	246	131	1.22	102
ﾌﾞﾗﾝｸ溶出液（再測定）	7.0	492	281	1.43	167
10/12溶出液	7.1	313	184	102	1,096
12/7溶出液	8.7	467	—	303	2,050
1/8溶出液	8.8	460	428	312	2,050
3/2溶出液	8.9	453	422	308	1,961
3/2ドレン水	7.7	—	2,583	3,970	25,000

検体名	T-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	大腸菌 (MPN/100mL)	大腸菌群 (MPN/100mL)	大腸菌群 (CFU/mL)
ﾌﾞﾗﾝｸ溶出液	8.6	2.5	ND	ND	1.8×10^{0}	3.5×10^{3}	ND
ﾌﾞﾗﾝｸ溶出液（再測定）	—	—	—	—	4.5×10^{0}	4.9×10^{3}	ND
10/12溶出液	109	52.6	34.3	3.1	—	—	—
12/7溶出液	145	117	0.05	ND	$>1.6\times10^{6}$	$>1.6\times10^{6}$	1.9×10^{3}
1/8溶出液	143	109	0.09	ND	2.2×10^{4}	1.3×10^{5}	ND
3/2溶出液	152	107	0.09	2.2	2.0×10^{2}	2.0×10^{2}	ND

検体名	BOD (mg/L)	溶解性 BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性 COD (mg/L)	溶解性 TOC (mg/L)	Ｋｊe-N (mg/L)
ﾌﾞﾗﾝｸ溶出液	20	13	20	213	—	17.8	8.6
ﾌﾞﾗﾝｸ溶出液（再測定）	46	30	47	338	61.9	44.7	—
10/12溶出液	34	14	31	294	—	33.7	71.1
12/7溶出液	72	17	36	453	149	—	145
1/8溶出液	98	56	85	481	153	151	143
3/2溶出液	102	54	98	473	166	150	150

表 6-5-2-3　ブランクを差し引いたバイオチップの水分中の濃度

検体名	SS (mg/L)	TOC (mg/L)	Cl^- (mg/L)	T-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)
10/12採取	3,770	2,919	5,302	5,263	2,638	1,804	163
12/7採取	5,651	—	7,382	3,346	2,803	1.22	0
1/8採取	5,789	7,823	8,050	3,492	2,761	2.33	0
3/2採取	5,360	7,316	7,581	3,558	2,584	2.22	54

検体名	BOD (mg/L)	溶解性 BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性 COD (mg/L)	溶解性 TOC (mg/L)	Ｋｊe-N (mg/L)
10/12採取	756	66	599	4,473	—	854	3,296
12/7採取	1,292	111	411	6,083	—	—	3,345
1/8採取	2,040	1,127	1,704	7,154	—	3,468	3,490
3/2採取	2,046	1,026	1,947	6,637	—	3,294	3,502

1）pH

溶出液の pH の変化を図 6-5-2-3 に示す。

pH は経時的に上昇し、約 9 で横ばいとなった。

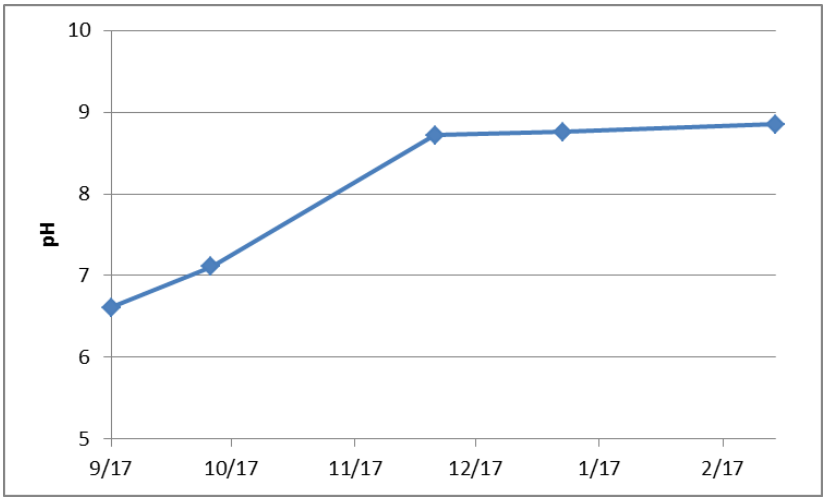


図 6-5-2-3　pH の変化

pH:水素イオン濃度指数
　酸性、アルカリ性の度合いを示す指標。pH が7のときに中性で、7より高い場合はアルカリ性、低い場合は酸性を示す。一般にし尿は、排泄時は弱酸性ですが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示す。

2）電気伝導率

溶出液の電気伝導率の変化を図 6-5-2-4 に示す。

電気伝導率は経時的に上昇し、約 2,000 μ S/cm で横ばい傾向を示した。バイオチップへの塩類の蓄積が認められたが、ドレン水の電気伝導率が 25,000 μ S/cm であったことから、ドレン水中にも溶出しているものと考えられる。

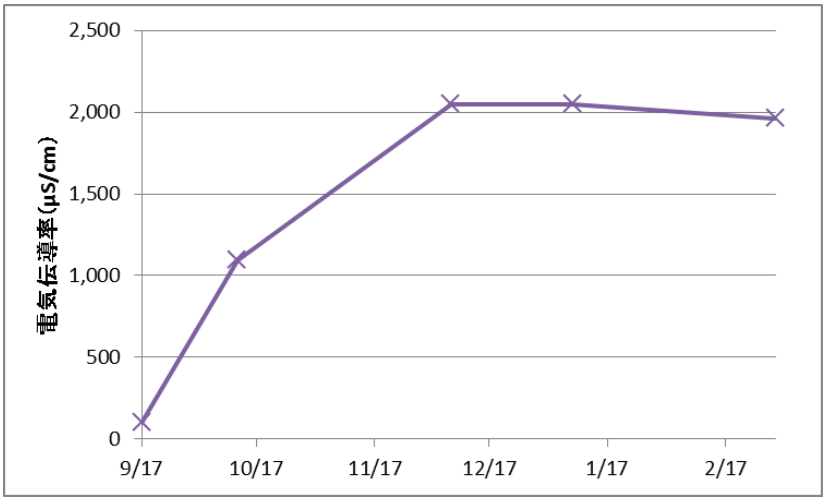


図 6-5-2-4　電気伝導率の変化

電気伝導率（μS/cm またはmS/m）
　水溶液の電気の通しやすさを表し、水に溶けているイオン総量を示す指標であり、塩類蓄積の指標となる。純水では電気伝導率はほぼ 0 に近い数値を示し、逆に不純物の多い水では電気伝導率は高くなる。

３）塩化物イオン

溶出液の塩化物イオンの変化を図 6-5-2-5 に示す。

塩化物イオンは経時的に上昇し、約 300mg/L で横ばい傾向を示した。ドレン水中の塩化物イオンは 3,970mg/L を示し、塩化物イオンの結果からも塩類はドレン水中に溶出したものと考えられる。

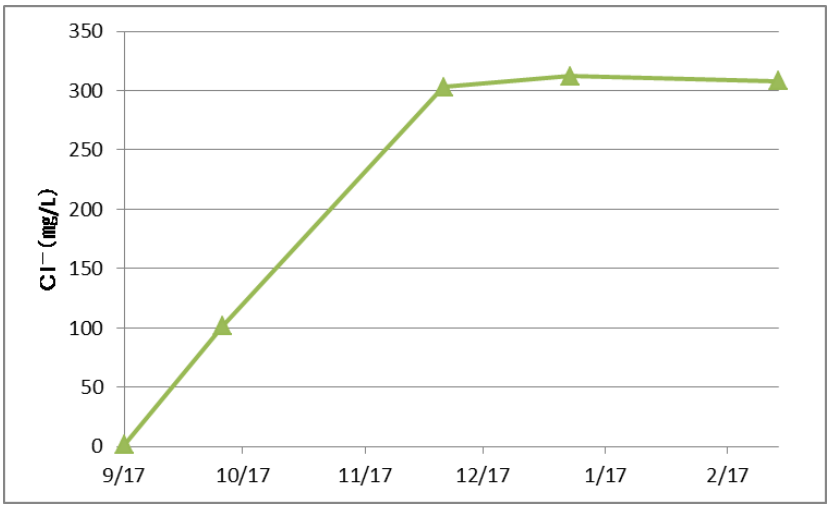


図 6-5-2-5　塩化物イオンの変化

Cl⁻：塩化物イオン（mg/L）
　水中でイオン化している塩素を表します。通常の生物処理では塩化物イオンは除去されないため、洗浄水等によって薄められた倍率や濃縮された度合いを推定する事ができる。

４）TOC

溶出液の TOC の変化を図 6-5-2-6 に示す。

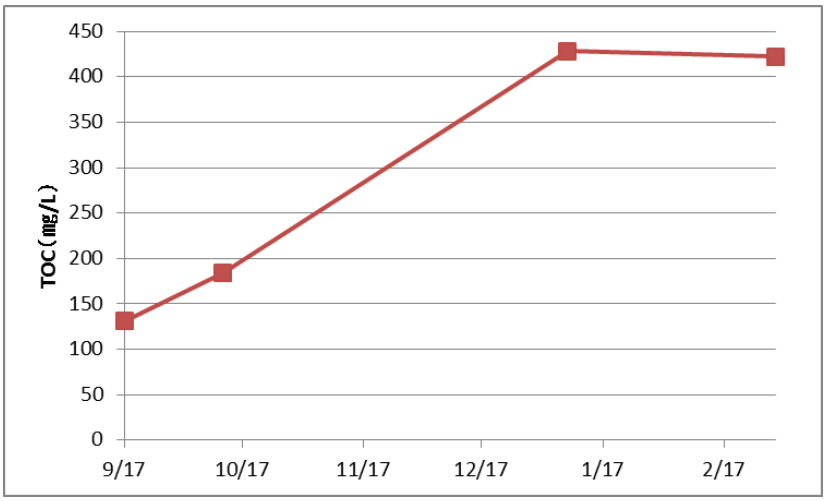


図 6-5-2-6　TOC の変化

TOC は経時的に上昇し、約 425mg/L で横ばい傾向を示した。ドレン水中の TOC は 2,583mg/L を示し、ブランクを差し引いたバイオチップの水分中の濃度をみても 1 月 8 日と 3 月 2 日にほとんど差がなく、有機物はドレン水中に溶出したものと考えられる。

TOC:有機体炭素（mg/L）
　有機物中の炭素量を表す。有機物量が多く、水が汚れてくると TOC 値が高くなる。BOD の分析には 5 日間がかるが、TOC は分析装置により短時間で分析でる。

5）SS

溶出液の SS の変化を図 6-5-2-7 に示す。

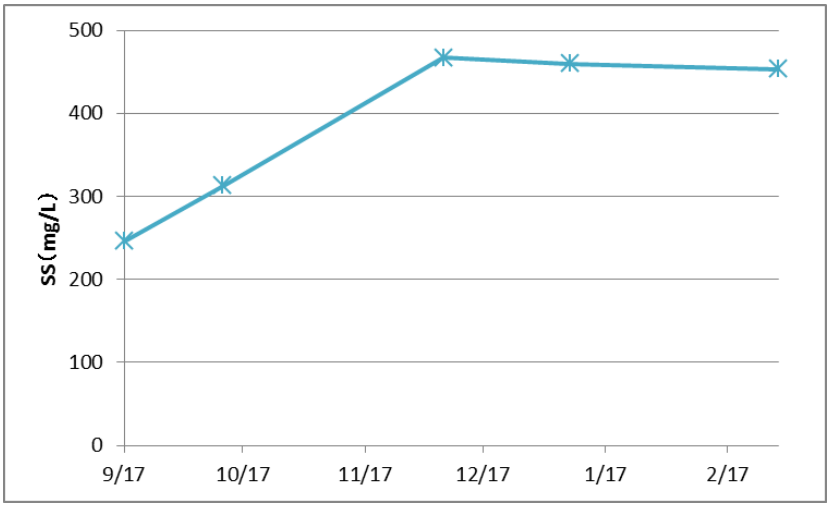


図 6-5-2-7　SS の変化

SS は経時的に上昇し、約 460mg/L で横ばいとなった。ここで検出された SS は目開き 75μm の篩を通過した粒径の固形物であり、し尿中の固形物の蓄積や有機物の分解による無機化に伴って増加したと考えられる。

SS:浮遊物質（mg/L）
　水中の濁り成分のうち、溶解しているものを除いた粒子径が 2mm 以下の固形物量を表し、水の濁り、汚れが進むと数値が高くなる。処理により SS が除去されると BOD も低くなる。一般に収集し尿は 1ℓにつき約 18,000mg の SS を含んでいる。

6）T-N、NH_4-N、NO_2-N、NO_3-N

溶出液の T-N、NH_4-N の変化を図 6-5-2-8 に示す。

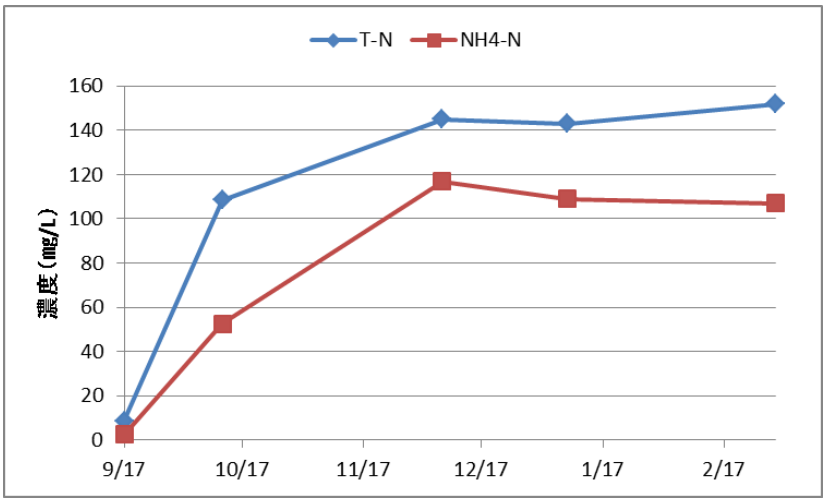


図 6-5-2-8　T-N、NH_4-N の変化

T-N、NH_4-N は経時的に上昇し、それぞれ約 150、110mg/L で横ばい傾向を示した。

NO_2-N は 10 月 12 日の溶出液で 34.3mg/L と高い値を示し、NO_3-N も検出されたが、それ以降は 0.05～0.09mg/L と低く、NO_3-N は不検出か低濃度であった。

T-N：全窒素 有機性窒素化合物及び無機性窒素化合物に含有される窒素の総量。
NH_4-N：アンモニア性窒素(mg/L) アンモニウムイオンとして存在する窒素量を表す。アンモニアはタンパク質のような有機窒素化合物が分解して生成する。
NO_2-N：亜硝酸性窒素(mg/L) 亜硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。亜硝酸は、主にし尿及び下水に由来するアンモニアが生物化学的に酸化されて生成する。
NO_3-N：硝酸性窒素(mg/L) 硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。硝酸は、水中に存在する様々な窒素化合物が生物化学的酸化を受けて生じた最終生成物。

7）大腸菌、大腸菌群

溶出液の大腸菌、大腸菌群を表 6-5-2-4 に示した。

実証試験期間中のバイオチップの溶出液から、大腸菌群（デソキシコール酸塩培地法）は、12 月 7 日で 1,900 個/mL 検出されたが、他は検出下限値以下（ND）であった。一方、大腸菌（特定酵素基質法）は 200MPN/100mL～160,000MPN/100mL 以上検出された。未使用のバイオチップの溶出液からは、大腸菌群は検出されず（ND）、大腸菌は 1.8～4.5MPN/100mL であった。通常、大腸菌は大腸菌群の仲間に分類されるため、「大腸菌数＜大腸菌群数」となるはずである。しかし、大腸菌群が ND であるにもかかわらず、大腸菌は検出された。これは、大腸菌群測定法であるデソキシコール酸塩培地法が、試料水 1mL 中のコロニー形成単位で測定するのに対して、特定酵素基質法は試料水 100mL について最確数（MPN）を算出する手法の違いや測定法の違い等によるものと考えら

れる。なお、特定酵素基質法における大腸菌群数と大腸菌の数を比較すると、大腸菌群の約半数が大腸菌であることがわかる。

表 6-5-2-4　溶出液の大腸菌、大腸菌群

	大腸菌 （特定酵素基質法） （MPN/100mL）	大腸菌群 （特定酵素基質法） （MPN/100mL）	大腸菌群 （デソキシコール酸塩培地法） （CFU/mL）
未使用	1.8×10^{0}	3.5×10^{3}	ND
未使用の再測定	4.5×10^{0}	4.9×10^{3}	ND
集中時　　10月12日	—	—	—
平常時①　12月 7日	$>1.6\times10^{6}$	$>1.6\times10^{6}$	1.9×10^{3}
平常時②　 1月 8日	2.2×10^{4}	1.3×10^{5}	ND
終了時　　3月 2日	2.0×10^{2}	2.0×10^{2}	ND

大腸菌群（個/mL）
　大腸菌及びそれに良く似た性質をもつ細菌の総称です。大腸菌は人や動物の腸管内に多く生息しているので、大腸菌が存在する水は、糞便や他の病原菌により汚染されている可能性があることを意味します。一般に収集し尿 1 mL 中には 100 万個以上の大腸菌が存在している。

（３）使用回数とバイオチップの性状及び溶出液の性状の関係

１）使用回数とバイオチップの性状の関係

　累積使用回数とバイオチップの単位体積重量、含水率、蒸発残留物、強熱減量の関係を図 6-5-2-9～6-5-2-10 に示す。

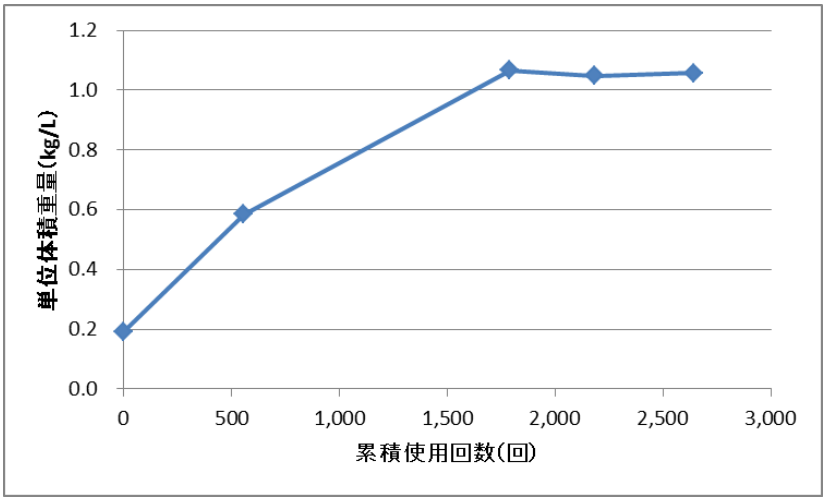


図 6-5-2-9　使用回数と単位体積重量の関係

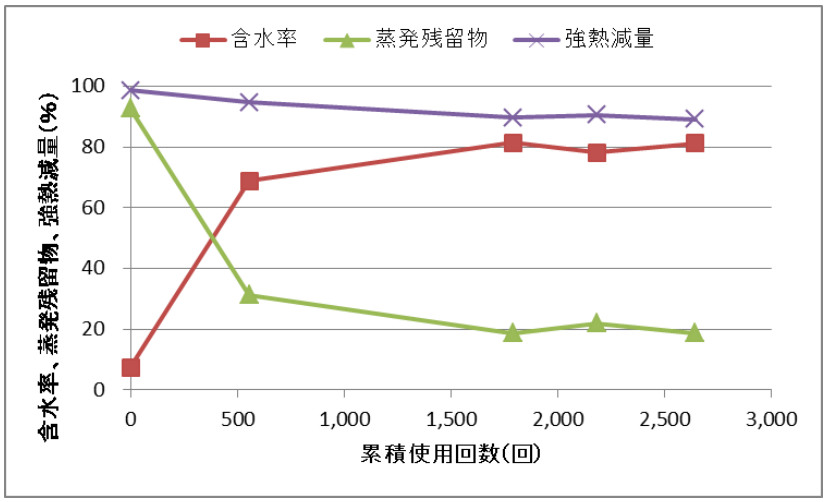


図 6-5-2-10　使用回数と含水率、蒸発残留物、強熱減量の関係

単位体積重量は、使用回数が 1,700 回程度までは直線的に増加し、その後、約 1.06kg/L でほぼ横ばいとなった。

含水率は、使用回数が 500 回程度までは急激に増加し、その後、約 80%で横ばいとなった。一方、蒸発残留物は、含水率とは逆に、急激に減少し、約 20%で横ばいとなった。

強熱減量は約 90%で横ばいとなる傾向を示した。

２）使用回数と電気伝導率及び塩化物イオンの関係

累積使用回数と電気伝導率（EC）及び塩化物イオン（Cl^-）の関係を図 6-5-2-11 に示す。

電気伝導率は、使用回数が 1,700 回程度まではほぼ直線的に増加し、その後、約 2,000 μS/cm でほぼ横ばいとなった。また、塩化物イオンも使用回数が 1,700 回程度までは直線的に増加し、その後、約 310mg/L で横ばいとなった。

塩類は、使用回数の増加とともに撹拌槽内に蓄積され生物分解されないため、電気伝導率及び塩化物イオンは使用回数の増加に伴い直線的に増加すると考えられるが、使用回数が約 1,700 回を超えると横ばいになることから、ドレン水に移行しているものと考えられる。

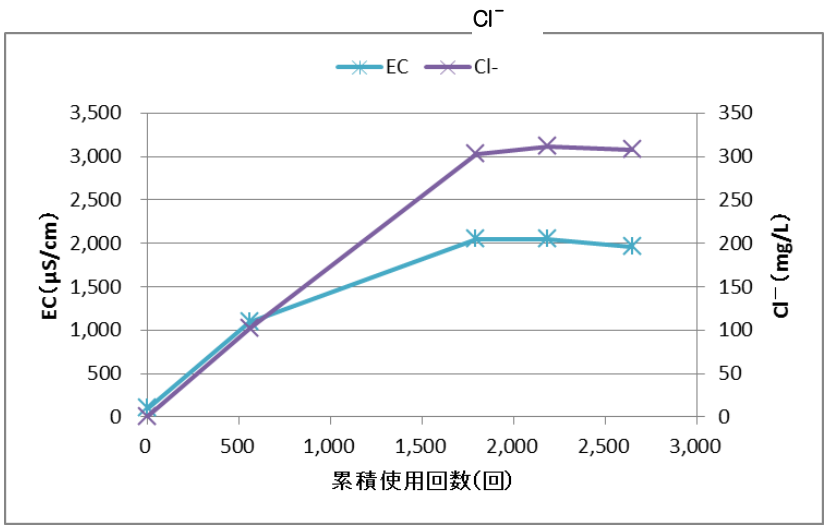


図 6-5-2-11　使用回数と電気伝導率及び塩化物イオンの関係

３）使用回数と TOC、SS の関係

累積使用回数と TOC、SS の関係を図 6-5-2-12 に示す。

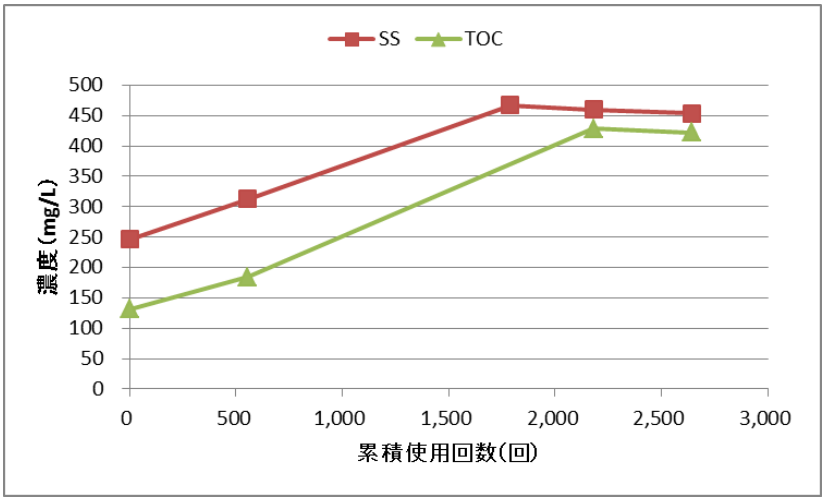


図 6-5-2-12　使用回数と TOC の関係

TOC 及び SS は、使用回数が 1,700 回程度までは使用回数に伴いほぼ直線的に増加し、その後、TOC は約 420mg/L、SS は約 460mg/L でほぼ横ばいとなった。

有機物は分解される可能性があり、バイオチップにそのまま蓄積するとは限らないが、TOC 及び SS は使用回数に伴って直線的に増加したことから、有機物はほとんど分解されずバイオチップに蓄積し、その後、ドレン水中に移行したものと考えられる。

（４）物質収支

１）撹拌槽内の全バイオチップの性状

使用前及び実証試験最終日（3 月 2 日）の撹拌槽内の全バイオチップの性状について、表 6-5-2-5 に示した。使用前の重量は初期のバイオチップ投入容積と単位体積重量から求め、最終日の容積はバイオチップの重量を測定した結果と単位体積重量から求めた。

表 6-5-2-5　撹拌槽内の全バイオチップの性状

	単位体積重量 (kg/L)	含水率 (%)	重量 (kg)	容積 (L)	水分量 (kg)	固形物量 (kg)
使用前(ブランク)	0.192	7.37	30.72	160	2.27	28.5
最終日(3/2)採取	1.06	81.2	182.0	172	147.8	34.2

実証試験最終日の全バイオチップの重量は 175kg であり、試料採取日に採取したバイオチップの総重量 7.1kg を加えて、最終日の重量を 182kg とした。最終日のバイオチップは使用前のバイオチップに比べて、重量は 151kg、水分量は 146kg、固形物量は 5.8kg 増加した。

２）塩化物イオン量の推定

塩化物イオンが全てバイオチップに蓄積されると仮定すると、図 6-5-2-11 の直線部分から最終日の塩化物イオン濃度は 448mg/L と推測された。これより、塩化物イオンの全量は 1,544g と推測され、バイオチップ及びドレン水の実測値から求めた塩化物イオン量とともに表 6-5-2-6 に示した。

バイオチップ及びドレン水の実測値から計算された塩化物イオン量の合計は、推測値に比べると 442g 小さく、実測値は推測値の 71%であった。ドレン水はドレン水貯留部に貯留される構造であるので、ドレン配管途中から漏水している等、ドレン水が流出している可能性が示された。

表 6-5-2-6　塩化物イオン量の推測値と実測値

	バイオチップ（g）	ドレン水（g）	合計値（g）
推測値	1,544	—	1,544
実測値	1,062	39.7	1,102

３）TOC 量の推定

２）で示した塩化物イオン量と同様に TOC 量の推測値と実測値について表 6-5-2-7 に示した。

有機物は分解する可能性があり、必ずしもバイオチップ中に蓄積するとは限らないが、バイオチップ及びドレン水の実測値から計算された TOC 量の合計は、推測値に比べると 204g 小さく、実測値は推測値の 88%であった。塩化物イオン量の推測値に対する実測値の割合（71%）に比べると、TOC 量のそれは 88%と高く、有機物の分解よりドレン水中に移行していることが示された。

表 6-5-2-7　TOC 量の推測値と実測値

	バイオチップ（g）	ドレン水（g）	合計値（g）
推測値	1,685	—	1,685
実測値	1,454	25.8	1,480

6-5-3 処理性能のまとめ

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

＜現場測定結果＞

トイレ周辺の臭気は無く、トイレブースでは微～中程度のアンモニア臭が感じられた。撹拌槽内及び臭突口のアンモニアは、臭突口ファンが凍りついていた 1 月 8 日に 17ppm 検出されたが、それ以外と硫化水素は検出されなかった。

撹拌槽内の温度は、ヒーターの稼動による温度上昇が認められるものの、0℃を下回る温度も測定

されており、ヒーターの稼動状況は水分蒸発に必要な稼動時間とはいえないと考えられる。

＜バイオチップの性状分析＞

単位体積重量は、経日的に増加傾向を示し、約 1.06kg/L でほぼ横ばいとなった。含水率は増加傾向、蒸発残留物、強熱減量は減少傾向を示し、含水率は約 80%、蒸発残留物は約 20%、強熱減量は約 90%で横ばいとなった。

＜バイオチップ溶出液の水質分析結果＞

電気伝導率、及び塩化物イオンは経時的に上昇し、バイオチップへの塩類の蓄積が認められたが、ドレン水中にも溶出していることが示唆された。

TOC は経時的に上昇し、バイオチップへの有機物の蓄積が認められたが、ドレン水中にも溶出したと考えられる。

大腸菌群は、12 月 7 日で 1,900 個/mL 検出されたが、他は検出下限値以下（ND）であった。一方、大腸菌は 200MPN/100mL～160,000MPN/100mL 以上検出された。

＜使用回数とバイオチップの性状、及び溶出液の性状の関係＞

単位体積重量は、使用回数が約 1,700 回までは直線的に増加し、約 1.06kg/L でほぼ横ばいとなった。電気伝導率、塩化物イオンは約 1,700 回の使用まではバイオチップに蓄積され、その後ドレン排水に移行している状況が示唆された。TOC 及び SS も使用回数が約 1,700 回までは直線的に増加したことから、有機物はほとんど分解されずバイオチップに蓄積し、その後、ドレン水中に移行したものと考えられる。

＜物質収支＞

バイオチップの重量、水分量、及び固形物量は、使用前のバイオチップからそれぞれ 151kg、146kg、5.8kg 増加した。塩化物イオン量の推測値から、塩類はドレン水へ移行し、ドレン水が流出している可能性が示された。また、TOC 量の推測値から、有機物は分解よりもドレン水中に移行していることが示された。

6-6　試験結果の全体的まとめ

＜稼動条件・状況＞

本実証試験は、平成 22 年 10 月 1 日から平成 23 年 3 月 2 日までの期間において実施した。

本装置が適切に稼動する低温限界は 0℃であるが、実証試験期間中の外気温はそれを下回ることがあった。ただし、本装置は建屋内に設置されており、外気温が低下しても処理装置が凍結しなければ装置の稼動上は問題ないと考えられる。

実証試験期間の消費電力量の合計はヒーターが 132.8kWh、撹拌装置が 19.2kWh であり、1 日当たりの電力量の平均値はヒーターが 0.90kWh/日、0.13kWh/日であった。1 日当たりの電力量の変化をみると、ばらつきは大きいもののヒーター用は増加傾向が認められ、撹拌装置はほぼ横ばいの傾向が認められた。

実証試験期間の平均使用回数は、平常時で 14 回/日、利用集中時で 20 回/日であり、最高使用回数は、平常時 42 回/日、集中時 52 回/日であった。

＜維持管理性＞

日常的な維持管理については、週 2～3 回、不定期に実施した。専門的な維持管理については、一回当たり 2 人で 1 時間程度のものを計 4 回実施した。その結果、発電機が稼動し難い状況があった。

＜室内環境＞

実証試験期間中の室温は最高温度 22.8℃、最低温度-9.5℃であり、湿度は 16～99%で推移した。

室内湿度は一般的に 30～60%ぐらいが好ましいといわれているが、利用者の快適性を考慮して設計する場合においては、特に夏期においては何らかの湿気対策を行う必要がある。

室内環境に関する許容範囲では、総合的なトイレの印象として、回答者の 98%が「①たいへんよい」「②よい」と回答していた。

＜周辺環境への影響＞

実証対象装置は、水が不要であり、そのため、排水による周辺環境への影響はない。

土地改変について、設計処理能力にもよるが、本実証試験装置は、便器と処理槽が一体型で設置面積が小さく、大規模な地形変更は実施されない。

排ガスは、本実証試験において、撹拌槽内及び臭突口ともに、ほとんど検出されず、周辺環境への影響は少ないものと考えられる。

＜処理性能＞

現場測定結果について、トイレ周辺の臭気は無く、トイレブースでは微～中程度のアンモニア臭が感じられた。撹拌槽内及び臭突口のアンモニア及び硫化水素はほとんど検出されなかった。

撹拌槽内の温度は、ヒーターの稼動による温度上昇が認められるものの、0℃を下回る温度も測定されており、ヒーターの稼動状況は水分蒸発に必要な稼動時間とは言えないと考えられる。

バイオチップの性状分析について、単位体積重量は経日的に増加傾向を示し、1.05～1.07kg/L でほぼ横ばいとなった。含水率は増加傾向を示し、蒸発残留物、強熱減量は減少傾向を示し、含水率は約 80%、蒸発残留物は約 20%、強熱減量は約 90%で横ばいとなった。

バイオチップ溶出液の水質分析結果について、電気伝導率、及び塩化物イオンは経時的に上昇し、約 1,700 回の使用まではバイオチップへの塩類の蓄積が認められたが、その後、ドレン水中に移行し、ドレン水は流出している可能性が示唆された。

TOC は経時的に上昇し、有機物は分解よりもバイオチップへ蓄積し、その後、ドレン水に溶出したと考えられる。

大腸菌群は、12 月 7 日で 1,900 個/mL 検出されたが、他は検出下限値以下（ND）であった。一方、大腸菌は 200MPN/100mL～160,000MPN/100mL 以上検出された。

７．本装置導入に向けた留意点

7-1　設置条件に関する留意点

7-1-1　自然条件からの留意点

本装置は水を必要としないため、自然地域の中でも水が豊富でない地域にとっては有効な技術の一つと考えられる。ただし、撹拌槽のヒーターや撹拌のための電力が必要となる。気温が低い場合や撹拌槽内の含水率が高い場合には、ヒーターの稼動に要する電力量は多くなり、使用回数の増加に伴って撹拌に要する電力量が多くなる。

そのため、本装置を導入する場合は、これら電力を供給するための自家発電機等の整備や稼動方法の検討、及び燃料の確保が必要になる。装置の規模によって異なるが、設置に要する面積は比較的小さいため、土地改変は少なくて済むと考えられる。積雪がある場所や風が強い場所の場合は、雪や雨が排気口を通じて撹拌槽に入り込んで、処理効率を低下させることがあるため、排気口の位置や構造を工夫する必要がある。

7-1-2　社会条件からの留意点

トイレブース側は不衛生となりやすいので日常の清掃が欠かせない。さらに、設備、機器の日常的な点検、保守も機能を維持するうえで必須となる。日常管理を確実に行える体制を整えておくことが必要である。

非放流式の処理装置であるため、浄化槽法や水質汚濁防止法に抵触しないが、トイレとしては建築基準法に従う必要がある。また、設置される地域によっては自然公園法、森林法、河川法等も考慮する必要がある。一方、通常運転が開始され、バイオチップの搬出が必要になった場合、廃棄物処理法にも留意し、バイオチップの処理方法、輸送手段等についても検討しておく必要がある。

7-1-3　インフラ整備条件からの留意点

本装置は水洗方式ではないことから、洗浄水に使用する水を必要とせず、汚水等の排水も発生しない。そのため、インフラとしての上下水道設備を必要としないばかりか、自然条件としての水の確保や排水のための設備も必要としない。このことから、本装置は社会インフラの確保が難しい自然地域での採用が可能と考えられるが、消費電力量が多いことが課題として挙げられる。

本実証試験では、商用電力がないため自家発電とバッテリーによるシステムを用いた。自家発電では燃料コストと輸送手段を考慮する必要がある。また、バッテリーの容量を考慮し、水分蒸発のためのヒーターの対策をする必要がある。

ソーラーや風力などの自然エネルギーからの電力を期待する場合でも、自然条件を検討することはもちろん、設置のための輸送手段やバッテリーの交換などメンテナンス体制と、それにかかるコストについてもあらかじめ綿密な事前の把握が前提となる。

道路のない山岳地等では、ヘリコプターやブルドーザーなどの輸送手段を検討する必要がある。

7-2　設計、運転・維持管理に関する留意点

本装置の処理能力を設定する際には、負荷変動を考慮し、必要に応じて水分負荷を軽減するような仕組みを検討することが望ましい。本実証試験においては、設計に対する実負荷が約 20%である

にもかかわらず、水分蒸発及び生物処理の観点からは、加温に係るエネルギーが極めて少ないものであった。そのため、設計時において発電機の運転方法及び蓄電量に十分な配慮が必要である。

また、撹拌槽内の水分蒸発と排気を促進するための換気ファンは、バイオチップで目詰まりすることが想定されるため、それを取り除く作業が容易に実施できるような構造とし、定期的に維持管理することが求められる。

本装置は、バイオチップの補充のみで、引き抜き・交換作業は必要ないとされているが、万が一、使用済みバイオチップを廃棄物として処分する場合は、引き抜きや輸送を効率的、衛生的に行うと同時に、受け入れ先や処理・処分方法について事前に調整しておくことが必要となる。また、バイオチップの補充・交換作業がスムーズに行えるよう設計することが求められる。

通常運転においては、撹拌槽に異物が混入した場合、異物を除去する際は一時的にバイオチップを槽外に取り出すことが必要となるため、それを保管する場所や作業上の衛生的配慮が必要である。

本装置では、維持管理マニュアルが整備されていないため、早急なマニュアル整備が要求される。維持管理マニュアルの整備により、付帯する機械設備ごとに細かい状況に応じた対応策を掲載することができる。今後は、日常管理者と専門管理者が連携して対応できるようなマニュアルを整備し、専門管理の頻度を最小限にするような内容を作成すべきである。

８．課題と期待

本実証試験において、本装置の稼動状況、維持管理性能、室内環境、周辺環境への影響、処理性能を確認したところ、以下に示した課題等が改善されれば、社会インフラが十分でない自然地域で、一定の快適性を確保したトイレ整備の一手段となりうるといえる。

施工性の観点から、本装置は工場生産されるため、搬送は空輸に頼らざるを得ないが、設置に要する作業は他の方式に比べ比較的容易である。

構造に関して、実証試験期間中には計画処理能力を上回る負荷を与えることができなかったため、計画処理能力の負荷の場合の稼動状況等確認することはできなかった。本装置では維持管理マニュアルが整備されていないため、ドレン水が発生することの良否はもとより、ドレン水の処理が不明確である。ドレン水が撹拌槽から流出しない条件を考慮すると、約 1,700 回の使用回数が限度と考えられる。それを上回る使用回数の場合には、ドレン水の処理設備やヒーター設備の改造、改善が必要である。また、利用集中時の一時貯留機能の付加など、構造的な改良が求められ、処理性能を維持する上で、温度・水分管理を効率的に行う工夫も必要となる。

計画処理性能については、科学的根拠に基づいた処理能力の算定方法を確立することが必要である。

撹拌槽へ異物が混入した場合の利用者及び管理者の対応方法を明確にし、対処の作業性を改善すること、また、換気ファン内の掃除・点検作業性を改善することで、現場対応がスムーズに実施できるようになると考えられる。

維持管理性に関しては、具体的な管理内容を記載した維持管理要領書、及び状況判断、対処方法等を記したマニュアル等が必要であり、維持管理体制の確立、技術者の支援、資機材の開発等、メーカー、行政、設置者等、関係者が機能的に動ける連絡体制を確立しておくことが重要である。